



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 00 538 T2 2005.06.02**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 291 185 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 00 538.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 018 575.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **19.08.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.03.2003**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **26.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.06.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B41J 2/21**

**H04N 1/60, H04N 1/407, B41J 2/525**

(30) Unionspriorität:  
**945492** 31.08.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, GB, IT**

(73) Patentinhaber:  
**Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston,  
Tex., US**

(72) Erfinder:  
**Vilanova, Ferran, 08022 Barcelona, ES;  
MacCullough, James L., 08190 Sant Cugat del  
Vallès, Barcelona, ES; Boleda, Miquel, 08031  
Barcelona, ES**

(74) Vertreter:  
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
Pullach**

(54) Bezeichnung: **Geschlossener Regelkreis zur Farbkorrektur in einem inkrementalen Drucker**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Eng verwandt sind die folgenden Patentschriften. Eine derartige Schrift trägt die Namen von Francesc Subirada u. a., Anmeldung Seriennummer 09/919,207 mit dem Titel „LINEARIZATION OF AN INCREMENTAL PRINTER BY MEASUREMENTS REFERRED TO A MEDIA-INDEPENDENT SENSOR CALIBRATION“. Eine weitere derartige Schrift ist ebenfalls von Subirada u. a., U.S.-Anmeldung Seriennummer 09/034,722, „SCANNING AN INKJET TEST PATTERN FOR DIFFERENT CALIBRATION ADJUSTMENTS“, die als U.S.-Patentschrift 6,196,652 erteilt ist; eine weitere von Thomas H. Baker u. a., Seriennummer 09/183,819 mit dem Titel „COLOR-CALIBRATION SENSOR SYSTEM FOR INCREMENTAL PRINTING“, die als U.S.-Patentschrift 6,..., erteilt ist; eine weitere von Ramón Borrrell, Seriennummer 09/252,163 mit dem Titel „PIXEL-DENSITY AUGMENTATION AND ADJUSTMENT WITH MINIMUM DATA, IN AN INCREMENTAL PRINTER“, die als EP 1029687 erteilt ist; eine weitere von Soler u. a., Seriennummer 09/919,260 mit dem Titel „COMPENSATING FOR DRIFT AND SENSOR PROXIMITY IN A SCANNING SENSOR, IN COLOR CALIBRATING INCREMENTAL PRINTERS“; und eine weitere von Francis Bockman und Guo Li mit dem Titel „CONSTRUCTING DEVICE-STATE TABLES FOR INKJET PRINTING“, U.S.-Anmeldung Seriennummer 08/960,766, die als U.S. 6,178,008 erteilt ist. Aus der EP-A-0983863 ist ein Verfahren zum Sammeln eines sehr wichtigen Farbkalibrierungsprofils und von Sensitivitätsdaten dieses Profils in Bezug auf Umweltvariablen bekannt.

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0002]** Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Maschinen usw. Geräte und Prozeduren zum inkrementalen Drucken von Text oder Graphiken auf Druckmedien wie z. B. Papier, Transparenzmaterial oder andere Glanzmedien; und insbesondere auf solche Verfahren und Vorrichtungen, die Text oder Bilder aus einzelnen Tintenpunkten, die auf einem Druckmedium erzeugt werden, in einem Pixelarray erstellen. Obwohl ein Großteil dieses Dokuments der Bestimmtheit und Einfachheit halber anhand eines Thermotintenstrahlscangeräts und -verfahrens dargelegt ist, ist die Erfindung gleichermaßen auf die mehreren anderen Formen eines inkrementalen Druckens anwendbar, die einer Schwankung der Markierungsdichte unterworfen sind, z. B. bei Druckköpfen. Die Erfindung verwendet im Labor gesammelte Daten einer hohen tonalen Dichte als Standard, um unkontrollierte Farbschwankungen bei Druckern innerhalb einer Produktlinie zu vermeiden.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0003]** Ein gewisses Maß an Farbschwankung ist

bei allen Druckvorgängen inhärent gegeben. Tintenstrahldruckers stellt keine Ausnahme dar.

**[0004]** Es wurden bereits viele Quellen der Farbschwankung charakterisiert. Die zwei wichtigsten scheinen Punktgrößenschwankungen und Farbtonschwankungen zu sein.

**[0005]** Die erste der genannten, die Schwankung der Punktgröße, ist zum großen Teil auf eine Schwankung des Tropfengewichts oder auf eine Schwankung des Tropfengewinns zurückzuführen. Die zweite, die Farbtonschwankung, ist manchmal wiederum auf eine Punktgrößenschwankung zurückzuführen – ist jedoch mit einer größeren Empfindlichkeit auf umweltbedingte Wechselwirkungen zwischen Tinte und Medium zurückzuführen.

### (a) Erfordernisse in der graphischen Kunst

**[0006]** Bei allen Druckvorgängen ist eine Einheitlichkeit der Farbreproduktion wichtig, insbesondere jedoch in der Produktions- oder kommerziellen Arbeit. Dementsprechend ist es für inkrementale Drucker, die besonders zur kommerziellen Verwendung entworfen sind, besonders wichtig, die Reproduktion von Farbe über eine Messung und Korrektur anhand einer geschlossenen Regelschleife zu steuern.

**[0007]** – Farbeinheitlichkeit oder -reproduzierbarkeit, d. h. -präzision, unterscheidet sich von der Farbgenaugigkeit – obwohl die Genauigkeit üblicherweise im Prinzip lediglich in dem Umfang erreichbar ist, wie auch Präzision vorliegt. Genauigkeit ist auf Präzision als Mittelwert bezogen, oder der Zeitmittelwert **11** ([Fig. 1](#)) eines variierenden Parameters **12** ist auf den Umfang **13** der Schwankung bezogen.

**[0008]** Für ein modernes Druckprodukt, insbesondere in der Multitasking-Umgebung, ist das Farbverhalten unmittelbar nach der Kalibrierung durch die I. C. C.-Profilfähigkeit eingeschränkt. (Die Anfangsbuchstaben „I. C. C.“ stehen für „InterColor Consortium“, das das als Branchenstandard geltende „Profil“ oder Farbabbildungsprotokoll zum Umwandeln bzw. Konvertieren von Eingangsbilddateidaten, z. B. einer TIFF-Datei, in Vorrichtungs-CMYK-Werte, mit einer Korrektur für Farbunterschiede, entwickelt hat.)

**[0009]** Für den statistischen 95%igen Vertrauenspegel durch die gesamte Druckerfarbpalette und Produktlinie hindurch lautet ein Ziel einer mittleren Genauigkeit ([Fig. 2](#))  $dE = 4$ . (Die Bezeichnung „ $dE$ “ ist eine Abkürzung für  $dE^{ab}$ , was der quadratische mittlere euklidische Abstand zwischen zwei Farben in dem  $L^*a^*b^*$ -Farbraum ist.) Dementsprechend lautet ein Ziel eines Gesamtfarbfehlers („TCE“ = total color error):  $dE = 9$ .

**[0010]** Ein derartiges Verhalten bzw. eine derartige

Leistungsfähigkeit erfordert, dass der Grad der Einheitlichkeit der Farbgenaugkeit eine Robustheit gegenüber allen möglichen Quellen einer Farbschwankung bezüglich des Nominalwerts besitzt. Dies umfasst Veränderungen der Umgebung, der Druckköpfe, der Medienchargen usw. Manche dieser Veränderungen bringen in der Regel so große Farbschwankungen ein, dass alle Kalibrierungsbemühungen im Sande verlaufen, und stellen somit einfach ein Erfordernis einer erneuten Kalibrierung dar.

**[0011]** Wiederum nimmt man an, dass eine derartige Errungenschaft ferner nur innerhalb eines begrenzten Zeitraums nach der Kalibrierung erreichbar ist. Somit sollte ein Benutzer, der in Bezug auf seinen Lebensunterhalt von einem Drucker abhängig ist – z. B. jemand, der beruflich auf dem Gebiet der graphischen Kunst arbeitet – gewarnt sein, die Kalibrierung regelmäßig durchzuführen, um das Gerät innerhalb der angegebenen Ziele zu halten. Angesichts dieser Überlegungen sind Farbkalibrierungen, wenn man von einer Vollzeitnutzung ausgeht, wöchentlich erforderlich und ferner bei jedem Wechsel eines Druckkopfs oder Mediums.

(b) Verwandte Arbeiten auf dem technischen Gebiet

**[0012]** In letzter Zeit haben Andere Probleme einer zuverlässigen Feldlinearisierung bei einem inkrementalen Drucker unter Verwendung eines sogenannten „Leitungssensors“ – der zur Verwendung bei einer Ausrichtung zwischen Köpfen und dergleichen bereits in dem Drucker vorliegt – bei der Farbton-Pseudodensitometrie angepackt. Obwohl die Linearisierung ein Vorgang ist, der vor Ort stattfindet, beginnt die Vorarbeit für diese Prozeduren bei der Kalibrierung des Sensors selbst, die vorzugsweise als medienunabhängige Kalibrierung behandelt und im Wert durchgeführt wird.

**[0013]** (Bei manchen Varianten kann eine Sensorkalibrierung ohne jegliche Feldmessungen erhalten werden – und kann somit unter Verwendung von Tabellierungen dieser Farbmitteleigenschaften vor Ort durchgeführt werden oder kann einfach als vollständiger Kalibrierungsdatensatz in den Drucker geladen werden. Eine derartige Kalibrierung beruht auf bekannten Spektraleigenschaften der Farbmittel, die in den Drucker geladen werden. Beispielsweise können entweder die Farbmitteleigenschaften oder die Kalibrierungsdaten als solches über das World Wide Web von dem Druckerhersteller heruntergeladen werden.)

**[0014]** Danach, nachdem ein Leitungssensor vorkalibriert wurde, wird die Linearisierung vor Ort fortgesetzt, indem eine tonale Rampe automatisch gedruckt wird, wobei dieser Sensor verwendet wird, um die gedruckte Rampe zu messen. Ferner umfasst die Linearisierung – zuerst für Schwarz/Weiß-Farbmittel-messungen – ein Normieren der Sensorablesewerte

bezüglich des tonalen Bereichs zwischen einer Reflexion von einem unbedruckten Druckmedium und dem nominalen maximalen Schwarzton.

**[0015]** Messungen der Reflexion von dem unbedruckten Medium sind ausreichend präzise und genau, insbesondere angesichts des vorteilhaft hohen Lichtpegels und des somit guten Signal/Rausch-Verhältnisses für derartige Messungen. Der Fall von Bestimmungen am anderen Ende des Druckerdynamikbereichs, wo der Lichtpegel in einem Schwarzton per definitionem extrem niedrig ist, stellt in etwa das Gegen teil dar.

**[0016]** Praktisch gesehen kann dieser Schwarzton glücklicherweise in der Tat als Nullsignal in dem Sensor behandelt werden. Statt dessen können alternative Annahmen über seinen Pegel gemacht werden, um die sehr große Schwierigkeit eines genauen Messens der sehr geringen beteiligten Lichtpegel mit einer pseudodensitometrischen Ausrüstung zu bewältigen. (Beispielsweise kann das System eine zu diesem Zweck in dem Drucker vorgesehene dunkle Region erfassen.) In jedem Fall werden die normierten pseudodensitometrischen Sensorgrauwertablesewerte als „absolute Kontrastverhältnisse“, abgekürzt „ACR“ (absolute contrast ratios), bezeichnet.

**[0017]** Was Messungen chromatischer Farbmittel angeht, können maximal gesättigte chromatische Töne in Bezug auf ihren Lichtpegel jedoch nicht gleich Null betrachtet werden und können auch ansonsten nicht ohne weiteres auf einen beliebigen alternativen wahren Standard festgelegt werden. Somit wurde die konventionelle Vor-Ort-Linearisierung einfach aufgrund der Annahme durchgeführt, dass diese maximalen Chromatisches-Farbmittel-Töne korrekt sind – und demgemäß, dass man einfach akzeptieren sollte und muss, dass jeder derartige Ton, so wie er ist, einen festgelegten Endpunkt des zu linearisierenden tonalen Bereichs bildet.

**[0018]** In der Tat wurde die Funktionsweise jedes Druckkopfs selbst als einen Farbstandard definierend akzeptiert. Ungünstigerweise sind Druckköpfe und Tinten auf dem Gebiet des inkrementalen Druckens beträchtlichen Toleranzen in Bezug auf mehrere Parameter unterworfen, was zu entsprechenden Schwankungen der Tintendichte in Bezug auf Tinten, Druckköpfe und somit Drucker in einer Produktlinie führt.

**[0019]** Trotzdem folgt herkömmlicherweise auf diese Chromatographisches-Farbmittel-Messungen eine Normierung bezüglich des tonalen Bereichs zwischen einer Reflexion von einem unbedruckten Druckmedium und dem tatsächlich gemessenen nominalen maximalen Chromatographisches-Farbmittel-Ton. Diese normierten Werte werden als „lokale Kontrastverhältnisse“, abgekürzt „LCR“ (local cont-

rast ratios), bezeichnet.

**[0020]** Bei manchen derartigen Linearisierungsprozeduren können die normierten chromatischen Töne (die, wie oben erwähnt wurde, aufgrund von Produkttoleranzen und des Nicht-Vorliegens eines diesbezüglichen Farbstandards ungenau sind) ferner auf die normierten Schwarz/Weiß-Werte bezogen sein, die aufgrund der oben genannten Annahmen beim Handhaben des Schwarzpegels wiederum etwas unzuverlässig sind.

**[0021]** Auf der Grundlage der Nichtlinearität bei den normierten und eingestellten Ablesewerten, auf die Bezug genommen wurde, werden diese früheren Prozeduren mit der Entschlossenheit einer Korrekturfunktion fortgesetzt, die zum Einrichten einer Linearität bei den Ablesewerten benötigt wird. Dann speichern sie die Korrekturfunktion zur Verwendung als Kalibrierung des Druckers bei nachfolgenden Druckvorgängen.

**[0022]** Derartige Verfahren sind angemessen, um Auswirkungen der Nutzlebensdauer und andere Veränderlichkeiten, die bei verschiedenen Sensoren auftreten können, in der Abwesenheit einer während des Betriebs erfolgenden Charakterisierung für jeden einzelnen Sensor zu korrigieren. Allein zu Linearisierungszwecken sind sie ausreichend.

**[0023]** Aufgrund der oben erwähnten Beschränkungen können die pseudodensitometrischen Sensorsysteme zwar auf relative tonale Unterschiede ansprechen, sind jedoch nicht zu zuverlässigen absoluten tonalen Ablesewerten in der Lage. Dementsprechend ergeben diese früheren Systeme einigermaßen gut linearisierte Druckkopieausdrucke, aber keine absolute Einheitlichkeit – besonders keine zuverlässige Einheitlichkeit, z. B. bei unterschiedlichen Druckern, unterschiedlichen Druckköpfen oder unterschiedlichen Tintensätzen.

**[0024]** Verfahren, die in der vorstehenden Erläuterung beschrieben wurden, wurden für Drucker auf bestimmten spezialisierten Märkten eingeführt. Diese umfassen insbesondere Geräte zum Drucken von qualitativ hochwertigen Bildern eines photographartigen Gegenstands.

**[0025]** Derartige Vorrichtungen sind allgemein mit entsprechend spezialisierten Druckköpfen ausgestattet – z. B. in manchen Fällen mit Köpfen, die für eine extrem hohe Gleichmäßigkeit des Gewichts von Tintentropfen ausgewählt sind. In manchen Fällen können die Druckköpfe in abgestimmten Sätzen von unterschiedlichen Farbmitteln vorliegen, die miteinander verwendet werden sollen.

**[0026]** Diese spezialisierten Drucker werden lediglich für Reproduktionen einer Kunstqualität, für edle

Poster und dergleichen verwendet. Somit sind die zusätzlichen Kosten von ausgewählten und sogar abgestimmten Köpfen ohne weiteres rechtfertigbar.

**[0027]** Ein weiterer Lösungsansatz, der für spezialisierte Geräte des oberen Endes gerechtfertigt sein mag, ist die Bereitstellung eines vollständig qualifizierten eingebauten Kolorimeters – wie dies beispielsweise durch die zuvor erwähnte Patentschrift von Baker nahegelegt wurde. Jedoch wird man verstehen, dass bei Geräten, die für eine reguläre kommerzielle Arbeit gedacht sind, normalerweise weder die Kosten von abgestimmten Köpfen noch die einer eingebauten Kolorimetrie akzeptabel sind.

**[0028]** Eine weitere Entwurfsphilosophie ist diejenige, die von Bockman und Li in ihrer zuvor erwähnten Patentschrift gelehrt wird. Diese Philosophie verlangt eine Speicherung einer großen Anzahl von Vorrichtungsfarbzuständen, die im wesentlichen durch die gesamte Farbkörperpalette der Vorrichtung verteilt sind.

**[0029]** Es ist sehr offensichtlich, dass sich diese Philosophie lediglich für ein relativ spezialisiertes und im relativ oberen Bereich angesiedeltes System eignet. Trotzdem gewährleistet eine Beibehaltung dieser ziemlich gewaltigen Datenmenge allein nicht unbedingt eine absolute Einheitlichkeit der wiedergegebenen Farben bei unterschiedlichen Einheitsdruckern der Produktlinie.

### (c) Ein anspruchsvollerer Kontext

**[0030]** Bei einer anderen Druckumgebung, insbesondere zur Verwendung bei Multitasking-Geräten, wie sie beispielsweise für kommerzielle Druck- bzw. Kopieläden mit sehr kurzen Durchlaufzeiten entworfen sind, würden die oben dargelegten Normierungs- und Linearisierungsprozeduren zu einem größeren Fehler führen, der für eine routinemäßige kommerzielle Arbeit inakzeptabel wäre. Ein Hauptgrund hierfür besteht darin, dass Tintenstrahltröpfengewichte auf dem einer starken Konkurrenz unterworfenen Multi-task-Markt wesentlich variabler sind.

**[0031]** Während ein nominales Tropfengewicht bei einem derartigen Gerät 3,25 ng betragen kann, geben wirtschaftliche Überlegungen insbesondere vor, dass Produktionstoleranzen bei Düsen-, Heizvorrichtungs-, Abfeuerungskammer- und Tintencharakteristika Werte eines hohen Gewichts von sogar 4,5 ng ermöglichen. Derartige Tropfengewichte erzeugen entsprechend vergrößerte Punktgrößen und demgemäß – wenn derartige Tropfen auf dem Druckmedium ineinander fließen – maximale Töne, die einem Vergrößerte-Luminosität-Fehler **15** unterworfen sind ([Fig. 3](#)).

**[0032]** Für die soeben dargelegte Schwankung des

Tropfengewichts beträgt dieser Fehler etwa 5 dL\*-Einheiten. Die Tondichte ist höher als nominal, und die Luminosität entsprechend 5 Einheiten niedriger. Dies ist ein Beispiel eines Systemverhaltens, falls lediglich eine primäre Linearisierung durchgeführt wird.

**[0033]** Bei dem Graphen zeigen die gekrümmten Linien **16**, **17** die LCR-Rohdaten für die Druckköpfe mit nominalem Tropfengewicht bzw. hohem Tropfengewicht. Mit anderen Worten stellen diese gekrümmten Linien **16**, **17** das inhärente bzw. natürliche Ansprechverhalten der Vorrichtung, und insbesondere von Flächenfüllgeometrien für unterschiedliche Verhältnisse von Tintentropfendurchmessern zu der Beabstandung von Tintentropfenmitten, dar. Diese Flächenfüllgeometrien werden durch ein abweichendes Koaleszenzverhalten von Tintentropfen unterschiedlicher Größen und von Tintentropfen auf unterschiedlichen Druckmedien und von Tintentropfen unter verschiedenen Betriebsbedingungen weiter gestört und stark verkompliziert.

**[0034]** Der Abstand zwischen Tintentropfenmitten wird durch Pixelabmessungen definiert. Diese Pixeldefinitionen wiederum werden durch zwei Sätze von Geräte-Betriebsparametern eingestellt:

- (1) die Abfeuerungsfrequenzen entlang jeder Zeile – wodurch Pixel-Spalten-Beabstandungen eingerichtet werden – und
- (2) Druckelementbeabstandung entlang der Druckelementarrays sowie Druckmedienvorschubsabstand – die Pixelzeilenbeabstandungen einrichten.

**[0035]** Ungünstigerweise bewirken die geometrischen Beziehungen zwischen Tintentropfenbereichen und Beabstandungen, dass tonale Rampen in tonalen Stufen nichtlinear sind, auch wenn die nominale Tinteneinfärbungsdichte – gemäß der Definition anhand von Bruchteilen von mit Tinte gefärbten Pixeln – in linearen Stufen mit einem Durchmesser eines einzigen Tropfens erhöht ist.

**[0036]** Nicht nur sind die Beziehungen zwischen einer Tinteneinfärbung von Pixelbruchteilen und tatsächlichen Flächenabdeckungen aufgrund dieser geometrischen Faktoren nichtlinear, sondern zusätzlich schwankt auch das spezifische nichtlineare Verhalten selbst mit dem Tintentropfendurchmesser. Dies ist der Grund für die Differenz bei den Endpunkten **62**, **64** der natürlichen Ansprechkurven **16**, **17**, die für Daten von zwei Druckköpfen mit unterschiedlichen Tropfengewichten erhalten wurden.

**[0037]** Die Luminositätsdiskrepanz **15** erscheint an dem Ende einer niedrigen Luminosität **62**, **64** des Druckerodynamikbereichs – d. h. an den mit hoher Dichte arbeitenden Grenzpunkten. Dies ist der Fall, obwohl dieselben Kurven **16**, **17** an dem Ende der

hohen Luminosität **69** ausgerichtet sind.

**[0038]** Die gestrichelten geraden Linien **18**, **19** zeigen die Ergebnisse eines Linearisierens dieser zwei Datensätze mit den Druckköpfen eines nominalen bzw. eines hohen Tropfengewichts. Frühere Fachleute auf diesem Gebiet – insbesondere auf dem Gebiet der verwandten Arbeit, die in dem obigen Teilausschnitt (b) erläutert wurde – ersetzen die intrinsischen oder natürlichen krummlinigen Ansprechverhalten **16**, **17** der Vorrichtung durch diese geradlinigen Ansprechverhalten **18**, **19**, indem sie die Bilddaten (vor einer Druckmaskierung) voreinstellten.

**[0039]** Diese Ersetzungen waren auf alle Fälle vorteilhaft. Sie sind ein grundlegender erster Schritt hin zu einer systematischen Steuerung der kolorimetrischen Linearität bei Primärfarben – und somit hin zu methodischen Kombinationen und Beziehungen zwischen den Sekundär- und anderen konstruierten Farben, die sich aus einem Zusammengruppieren von Primärtintenpunkten ergeben. Die durch Grassmans Gesetze ausgedrückten und beim Manövriren innerhalb eines Farbraums zugrundegelegten Farbkombinierungseigenschaften stützen sich auf eine derartige Linearität.

**[0040]** Derartige Voreinstellungen kann man sich auf einer konzeptionellen, graphischen Ebene als Anwendung einer Umwandlungsfunktion **61**, **63** ([Fig. 4](#) und [Fig. 5](#)) vorstellen, die zu der intrinsischen oder natürlichen Transferfunktion **16** bzw. **17** der Vorrichtung einfach komplementär ist. Diese konzeptionelle Darstellung liegt in der allgemein symmetrischen Gestalt der Umwandlungsfunktionen **61**, **63** relativ zu den natürlichen Ansprechfunktionen **16** bzw. **17** – insbesondere wenn sie als auf die gewünschten idealen geradlinigen Ansprechverhalten **18** bzw. **19** bezogen betrachtet wird. Kurven für die Umwandlungen **61**, **63** sind nach oben konkav; für die natürlichen Ansprechverhalten **16**, **17** nach oben konvex.

**[0041]** Zur Förderung dieses konzeptionellen Verständnisses sind die Korrekturfunktionen **61**, **63** in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) mit den ursprünglichen, natürlichen Ansprechverhalten **16**, **17** ausgerichtet positioniert. Insbesondere weichen in dem Fall des nominalen Tropfengewichts sowohl das ursprüngliche Ansprechverhalten **18** als auch die entsprechende Korrekturfunktion **61** von einem ersten gemeinsamen Punkt **69** einer hohen Luminosität ab.

**[0042]** An den Enden einer niedrigen Luminosität in einem zweiten gemeinsamen Punkt, der Hohe-Dichte-Grenze **62**, konvergieren sie wieder. Analog dazu weichen sowohl das ursprüngliche Ansprechverhalten **17** als auch die entsprechende Korrekturfunktion **63** im Fall eines hohen Tropfengewichts von einem ersten gemeinsamen Punkt **69** einer hohen Luminosität ab und konvergieren wieder bei einem gemein-

samen Grenzpunkt **64** einer niedrigen Luminosität.

**[0043]** Zwischen den beiden Fällen liegt jedoch kein Übersprechen bzw. kein Kausalzusammenhang vor. Das heißt, dass nichts in [Fig. 4](#) oder [Fig. 5](#) irgendeinen Einfluss auf Phänomene hat, die in der anderen dieser zwei Darstellungen graphisch dargestellt sind.

**[0044]** Bei diesen konzeptionellen Veranschaulichungen (die nicht maßstabsgetreu sind) werden die Größen der Korrekturen in der Tat durch die Unterschiede zwischen den Korrekturfunktionen **61**, **63** und den idealen, geradlinigen Funktionen **18**, **19** dargestellt. (Dies ist ungefähr nur die Hälfte des Unterschieds zwischen den veranschaulichten Korrekturfunktionen **61**, **63** und den natürlichen Ansprechverhalten **16**, **17**.)

**[0045]** Eine etwas quantitativerere Auffassung (obwohl immer noch nicht maßstabsgetreu) der Korrekturfunktionen **61**, **63** kann erhalten werden, indem dieselben zwei gezeigten Funktionen alternativ als additive Signalkorrekturen  $\Delta S$  und Multiplizierer  $M$  ([Fig. 6](#)) betrachtet werden. Praktisch gesehen können diese Korrekturen in der Tat ohne weiteres abgeleitet und später entweder als additive Funktionen  $\Delta S$ , **61**, **63** oder als multiplikative Funktionen  $M$ , **61**, **63** angewandt werden.

**[0046]** Somit werden die additiven Einstellungen  $\Delta S$  hier als auf eine Null-Basislinie (0,0-Basislinie) bezogen dargestellt, wohingegen die Multiplizierer  $M$  als auf eine Einheit-Basislinie (1,0-Basislinie) bezogen gezeigt sind. In jedem dieser zwei Fälle endet das rechte Ende (einer hohen nominalen Dichte) der Korrekturterme **61** oder **63** auf demselben Pegel (0,0 bzw. 1,0) wie das linke Ende (einer niedrigen nominalen Dichte).

**[0047]** In beiden Fällen stellen die Korrekturbegriffe  $\Delta S$  oder Korrekturfaktoren  $M$  nicht bloße beobachtete Fehler oder gewünschte Kompensationen dar. Vielmehr werden diese Quantitäten physisch angewandt, um Eingangsbild-daten vor einer Halbtongebung zu modifizieren – um eine tatsächliche und präzise Linearisierung innerhalb der Vorgänge eines gegebenen einzelnen Druckers zu bewirken.

**[0048]** Keine derartige Linearisierung kann jedoch das Problem der Endpunkt- bzw. Grenzpunktabweichung **15** ([Fig. 3](#)) lösen. Dieser Grad der Abweichung ist sogar in einer Region eines einzelnen primären Farbmittels eines Bildes ohne weiteres erkennbar.

**[0049]** Falls ein derartiges einzelnes primäres Farbmittel mit einer weiteren Primärfarbe kombiniert wird, geht diese Abweichung weit darüber hinaus, ohne weiteres erkennbar zu sein, und kann in Bezug auf Farbtonverzerrungen extrem auffällig sein. Besonders ausfällig ist sie, wenn das Tropfengewicht die-

ses anderen Farbmittels nominal oder relativ niedrig ist.

**[0050]** Ein weiterer Faktor, der einen tonalen Fehler aufgrund einer Schwankung des Tropfengewichts stark überbetont, ist die Verwendung von sogenannten „hellen“ Tinten: beispielsweise helles Magenta oder helles Cyan. Bei derartigen Farbmitteln endet eine Kurve der Luminosität gegenüber der Farbmittelpixeldichte bei verschiedenen Punkten, ohne sich im geringsten an einen Sättigungspunkt für das Farbmittel einer vollen Stärke – d. h. jeglichen Ton, der einem fast konstanten  $L^*$ -Wert entspricht – anzunähern.

**[0051]** Bei einer Verwendung derartiger Tinten steht keine Annäherung oder Vereinfachung zur Verfügung, um die tonalen und Farbtonfehler, die diese früheren Linearisierungssysteme überdauern können, zu umgehen. Die Verteilung von Fehlern, insbesondere des 95%igen Fehlers, wäre, statistisch betrachtet, ebenfalls etwa 5 dL\*.

#### (d) Schlussfolgerung

**[0052]** Somit behindern Farbuneinheitlichkeiten zwischen verschiedenen Drucken innerhalb einer einzigen Produktlinie weiterhin das Erzielen eines gleichmäßig exzellenten Tintenstrahldruckens – bei hohem Durchsatz – auf allen industriell wichtigen Druckmedien, jedoch immer noch bei minimalen Kosten, wie sie z. B. bei einem Multitasking-Drucker des unteren Endes anfallen. Somit können wichtige Aspekte der auf dem Gebiet der Erfindung verwendeten Technologie weiterhin einer sinnvollen Verbesserung unterzogen werden.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER OFFENBARUNG

**[0053]** Die vorliegende Erfindung schafft eine derartige Verbesserung. Bei ihren bevorzugten Ausführungsbeispielen weist die vorliegende Erfindung mehrere Aspekte oder Facetten auf, die unabhängig voneinander verwendet werden können, obwohl sie vorzugsweise zusammen eingesetzt werden, um ihre Vorteile zu optimieren.

**[0054]** Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen einer bzw. eines ersten ihrer Facetten bzw. Aspekte ist die Erfindung ein Verfahren zum Farbkalibrieren eines inkrementalen Druckers. Das Verfahren umfasst den Schritt des, für jedes der mehreren Farbmittel, Definierens zumindest eines standardmäßigen Maximaltons.

**[0055]** Es umfasst ferner den Schritt des Einrichtens eines absoluten Wahrnehmungsparameters des zumindest einen definierten Maximaltons. Das Verfahren umfasst ferner den Schritt – bei im wesentlichen jedem Drucker oder Druckertreiber einer Produktlinie

– des Speicherns einer numerischen Darstellung des eingerichteten absoluten Parameters zur späteren Verwendung bei Farbkorrekturberechnungen für den Drucker.

**[0056]** Der oben verwendete Begriff „mehrere Farbmittel“ bedeutet nicht unbedingt alle Farbmittel, die in dem Drucker in Gebrauch sind. Die größten Vorteile der Erfindung werden erzielt, wenn dieselbe in Bezug auf Farbmittel angewendet wird, die am schwierigsten anhand anderer Verfahren in etwa zu standardisieren sind – wie beispielsweise in Bezug auf helle Farbmittel (z. B. helles Magenta, helles Cyan).

**[0057]** Die Erfindung hat vielleicht die geringste Auswirkung, wenn sie bei Farbmitteln angewendet wird, die gemäß anderen Techniken am leichtesten in etwa zu standardisieren ist – besonders Schwarz. Vorzugsweise umfassen die oben erwähnten „mehreren Farbmittel“ zumindest alle im Gebrauch befindlichen chromatischen Farbmittel.

**[0058]** Der Satz „zumindest ein standardmäßiger Maximalton“ soll drei Varianten umfassen:

- vorzugsweise zumindest einen Ton, wie er beispielsweise unter Verwendung jeder Kombination eines Druckmodus und Druckmediums, für die der Drucker gedacht ist, gedruckt wird; und
- mögliche aktualisierte Töne oder eingerichtete Wahrnehmungswerte, die zur Verwendung bei dem Drucker nach dem Verkauf eventuell zur Verfügung gestellt werden (z. B. über das Internet oder ein anderes Netzwerk oder auf einer Floppy-Disk).

**[0059]** Jedoch fallen auch andere Variationen in den Schutzbereich dieser Sprache.

**[0060]** Das Vorstehende kann eine Beschreibung oder Definition des ersten Aspekts oder der ersten Facette der Erfindung in seiner bzw. ihrer breitesten oder allgemeinsten Form darstellen. Obwohl sie in diese breit gefassten Begriffe gefasst ist, kann man erkennen, dass diese Facette der Erfindung den Stand der Technik beträchtlich vorantreibt.

**[0061]** Insbesondere erkennt dieser Aspekt der Erfindung an, dass die Unfähigkeit früherer Vorgehensweisen, durch eine ganze Population von Farbdruckeräten hinweg eine standardisierte Farbleistungsfähigkeit zu liefern, ein Problem ist, das zunächst einem Nicht-Vorliegen eines Standards entspringt – und ferner einem Nicht-Vorliegen von Charakterisierungsinformationen über einen derartigen Standard entspringt. Dementsprechend definiert der erste Aspekt der vorliegenden Erfindung sowohl einen Standard als auch richtet eine Quantifizierung desselben ein.

**[0062]** Da der zweite Schritt nicht davon losgelöst

und nicht unabhängig vorliegt, ist er tragbar – d. h. kann an einem Ort und in einer Umgebung aufbewahrt werden, zum Zweck eines späteren darauf Zurückgreifens in einer anderen Umgebung und an einem anderen Ort, um ein Steuerparadigma zu führen, das in der Tat eine standardisierte Farbe erzeugt. Jedoch spezifiziert die Erfindung keine Speicherung einer gesamten dreidimensionalen Farbkalibrierung – sondern löst vielmehr das Problem auf eine elegante Weise, die lediglich ein absolutes Minimum an Datenspeicherungs- und Rechenressourcen heranzieht.

**[0063]** Obwohl der erste Hauptaspekt der Erfindung den Stand der Technik somit beträchtlich vorantreibt, wird die Erfindung, um ihre Vorteile optimal zu nutzen, vorzugsweise in Verbindung mit bestimmten zusätzlichen Merkmalen oder Charakteristika praktiziert. Insbesondere wird der Speicherschritt vorzugsweise vor dem Vertrieb des jeweiligen Druckers seitens eines Herstellers des Druckers durchgeführt.

**[0064]** Falls diese grundlegende Präferenz eingehalten wird, besteht eine Unterpräferenz darin, dass der Speicherschritt nach dem Vertrieb für einen revisierten, zweiten definierten standardmäßigen Maximalton erneut durchgeführt wird. Diese Präferenz wird hier geäußert, um einfach die zuvor getroffene Aussage zu wiederholen, dass das Konzept des „zumindest einen Maximalton“ mehrere derartige Töne umfasst, die nacheinander über die Zeit definiert sind,. Mit anderen Worten bietet sich die Erfindung für eine Überprüfung von Standards für eine gesamte Produktlinie an, falls dies wünschenswert werden sollte – beispielsweise aufgrund von Veränderungen der industriellen Praxis oder sogar von spezifizierten Standards in der Branche usw.; oder sogar bei relativ routinemäßigen Angelegenheiten wie beispielsweise einer Neueröffnung der Definition von Mediensätzen, die bei dem Drucker verwendet werden sollen.

**[0065]** Weitere grundlegende Präferenzen lauten, dass:

- der Definierungs-, der Einricht- und der Speicherschritt für zumindest ein nicht-chromatisches (K) Farbmittel und zumindest ein chromatisches Farbmittel in dem Drucker durchgeführt werden;
- der Definierungs-, der Einricht- und der Speicherschritt für zumindest ein chromatisches Farbmittel für mehrere Kombinationen von Druckmodus und Druckmedium, der beziehungsweise das bei dem Drucker verwendet wird, durchgeführt werden;
- die Definierungs- und Einrichtschritte ein Messen des absoluten Wahrnehmungsparameters für einen repräsentativen Drucker in der Produktlinie – oder alternativ dazu ein Messen des absoluten Wahrnehmungsparameters für jeden von repräsentativen Druckern in der Produktlinie und Auswählen aus den Messungen; oder ein Messen des

absoluten Wahrnehmungsparameters für jeden von repräsentativen Druckern in der Produktlinie und Kombinieren der Messungen umfassen; und – der Definierungs-, der Einricht- und der Speicherschritt bezüglich im wesentlichen ausschließlich eines einzigen Tons für jedes Farbmittel arbeiten, gemäß einer Unterscheidung aus einem Aufzeichnen einer gesamten kolorimetrischen Kalibrierung in einem ganzen tonalen Bereich – so dass sich die Erfindung nicht darauf einlässt, Vorrichtungszustände oder dergleichen in einem ganzen Farbkalibrierungsfestkörper zu speichern, wie allgemein durch die Patentschrift von Bockman und Li gelehrt wird; und – das Verfahren ferner den bei einer Endbenutzerreinrichtung durchgeführten Schritt des automatischen Anwendens der gespeicherten numerischen Darstellung in Berechnungen für eine Farbkorrektur in dem Drucker umfasst.

**[0066]** Falls diese zuletzt erwähnte grundlegende Präferenz verwirklicht wird, wird ferner bevorzugt, dass der Anwendungsschritt für jedes chromatische Farbmittel jeweils ein Verringern oder Erweitern des Druckerdynamikbereichs umfasst, um zu erzwingen, dass ein durch den Drucker gedruckter Maximalton mit dem definierten Standardton übereinstimmt. Diese Unterpräferenz bezüglich einer Ausdehnung des Dynamikbereichs unterliegt wiederum mehreren Teilpräferenzen.

**[0067]** Eine von diesen besteht darin, dass der Definierungs- und der Einrichtschritt ein bestimmten des absoluten Wahrnehmungsparameters für Drucker, die Leistungsfähigkeitsextreme der Produktlinie darstellen, umfassen. In diesem Fall fahren der Definierungs- und der Einrichtschritt fort, die numerische Darstellung auszuwählen – und Druckerbetriebsbedingungen auszuwählen – angesichts des bestimmten Parameters für die Leistungsfähigkeitsextreme, auf eine Weise, um zu gewährleisten, dass bei jedem Drucker der Produktlinie der Anwendungsschritt in der Lage sein wird, zu erzwingen, dass der Maximalton den Standardwert erreicht.

**[0068]** Eine weitere der mehreren Teilpräferenzen ist eine dreiteilige Vorkehrung – nämlich dass (1) das Verfahren ferner die Schritte, bei der Endbenutzerreinrichtung, jedoch vor dem Anwendungsschritt, des Verwendens des Druckers, um ein Exemplar des Maximaltons zu drucken, und ein Messen des absoluten Wahrnehmungsparameters für das Exemplar umfasst; und (2) der Anwendungsschritt ferner ein Einsetzen des gemessenen Parameters für das Exemplar als einen Auftretensfall des Maximaltons, der bei dem Nicht-Vorliegen des Verringerns oder Erweiterns gedruckt wird, umfasst; und ferner (3) das Verringern oder Erweitern umfasst, dass der gemessene absolute Wahrnehmungsparameter für später gedruckte Auftretensfälle des Maximaltons gezwungen wird, mit

dem eingerichteten absoluten Wahrnehmungsparameter für den definierten Standardton übereinzustimmen.

**[0069]** Ein weitere Teilpräferenz, die innerhalb der oben erwähnten Bereichsausdehnungsunterpräferenz liegt, besteht darin, dass der Anwendungsschritt ferner ein Linearisieren eines späteren Druckens des jeweiligen Farbmittels unter Verwendung der erzwungenen Übereinstimmung als einen Endpunkt der Linearisierung umfasst. Eine weitere derartige Teilpräferenz besteht darin, dass das Verringern oder Erweitern folgende Schritte umfasst: frühzeitiges Abschneiden einer maximalen tonalen Dichte zum Kennzeichnen von Arrays, die zu fett markieren; und Erweitern der maximalen tonalen Dichte, um spät abzuschneiden, um Arrays, die zu leicht markieren, zu kennzeichnen. (Hier werden die Worte „frühzeitig“ und „spät“ nicht in einem zeitlichen Sinne, sondern vielmehr im Sinne von Punkten entlang einer Vorrätsbewegung hin zu dem Maximale-Dichte-Ende des Dynamikbereichs verwendet.)

**[0070]** Eine weitere Nebenpräferenz, die auf die grundlegende Präferenz des automatischen Anwendens der gespeicherten Anzahl in Berechnungen bezogen ist, besteht darin, dass der Anwendungsschritt eine Einführung der Korrektur in Verarbeitungsrichtung vor einem Druckmaskieren umfasst. Ferner ist es sehr stark vorzuziehen, dass das Verfahren auf der Datensammel-Laborstufe ein Bestimmen des unter Schlimmster-Fall- oder extremen Betriebsbedingungen gedruckten Maximaltons umfasst – so dass der Standardton oder die Standardtöne und auch viele weitere Betriebsparameter so ausgewählt werden können, dass man sicher sein kann, dass jeder Drucker in der Linie in der Lage sein wird, den Standardton zu erreichen.

**[0071]** Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen ihrer bzw. ihres zweiten unabhängigen Hauptfacetten bzw. -aspekts ist die Erfindung eines Verfahrens zum Farbkalibrieren eines inkrementalen Druckers in einer Endbenutzereinrichtung. Das Verfahren umfasst, für jedes der mehreren Farbmittel in dem Drucker, den Schritt des Wiedergewinnens einer gespeicherten numerischen Darstellung eines absoluten Wahrnehmungsparameters für einen standardmäßigen Maximalton von dem Drucker oder einem Druckertreiber.

**[0072]** Es umfasst ferner den Schritt des Anwendens der wiedergewonnenen numerischen Darstellung bei Farbkorrekturberechnungen für den Drucker. (Die vorherige Erörterung von „mehreren Farbmitteln“ ist auch hier anwendbar – und innerhalb der wörtlichen Bedeutung der hier verwendeten Sprache kann der Drucker allgemein eine oder mehrere derartige gespeicherte Zahlen für einen oder mehrere derartige Töne wiedergewinnen.)

**[0073]** Das Vorstehende kann eine Beschreibung oder Definition des zweiten Aspekts bzw. der zweiten Facette der Erfindung in seiner bzw. ihrer breitesten oder allgemeinsten Form darstellen. Obwohl sie in diese breit gefassten Begriffe gefasst ist, kann man erkennen, dass diese Facette der Erfindung den Stand der Technik beträchtlich vorantreibt.

**[0074]** Insbesondere stellt dieser zweite Aspekt der Erfindung eine Ergänzung zu dem ersten dar. Diese vorliegende Facette übernimmt es, verfügbare quantitative Informationen dabei aktiv zu verwenden, den Betrieb einer Druckmaschine tatsächlich physisch zu manipulieren, sich gemäß dem eingerichteten Standard zu verhalten. Die Erfinder glauben, dass dies bei einem inkrementalen Farbdrucker noch nie zuvor geschah.

**[0075]** Obwohl der zweite Hauptaspekt der Erfindung somit den Stand der Technik beträchtlich vorantreibt, wird die Erfindung, um ihre Vorteile optimal zu nutzen, vorzugsweise in Verbindung mit bestimmten zusätzlichen Merkmalen oder Charakteristika praktiziert. Insbesondere umfasst der Anwendungsschritt vorzugsweise für jedes chromatische Farbmittel jeweils ein Verringern oder Erweitern des Druckerodynamikbereichs, um zu erzwingen, dass ein durch den Drucker gedruckter maximaler Ton mit dem definierten Standardton übereinstimmt.

**[0076]** In dem Fall, dass diese grundlegende Präferenz eingehalten wird, umfasst das Verfahren vorzugsweise ferner die Essenz der zuvor beschriebenen dreiteiligen Präferenz – nämlich (1) Einschluss des Schrittes, vor dem Anwendungsschritt, des Verwendens des Druckers, um ein Exemplar des Maximaltons zu drucken, und Messen des absoluten Wahrnehmungsparameters für das Exemplar; (2) dass der Anwendungsschritt ferner ein Einsetzen des gemessenen Parameters für das Exemplar als einen Auftretensfall des Maximaltons, der bei dem Nicht-Vorliegen des Verringerns oder Erweiterns gedruckt wird, umfasst; und (3) dass das Verringern oder Erweitern umfasst, dass der gemessene absolute Wahrnehmungsparameter für später gedruckte Auftretensfälle des Maximaltons gezwungen wird, mit dem eingerichteten absoluten Wahrnehmungsparameter für den definierten Standardton übereinzustimmen.

**[0077]** Eine weitere Unterpräferenz besteht darin, dass der Anwendungsschritt ferner ein Linearisieren eines späteren Druckens des jeweiligen Farbmittels unter Verwendung der erzwungenen Übereinstimmung als einen Endpunkt der Linearisierung umfasst. Eine weitere besteht darin, dass das Verringern oder Erweitern ein frühzeitiges Abschneiden einer maximalen tonalen Dichte zum Kennzeichnen von Arrays, die zu fett markieren, und ein Erweitern der maximalen tonalen Dichte, um spät abzuschneiden, um Ar-

rays, die zu leicht markieren, zu kennzeichnen, umfasst.

**[0078]** Weitere ebenfalls zuvor erwähnte Präferenzen in Verbindung mit dem ersten Hauptaspekt der Erfindung bestehen darin, dass der Anwendungsschritt ein Einführen der Korrektur in Verarbeitungsrichtung vor der Druckmaskierung umfasst; und dass das Verfahren vor dem Wiedergewinnungsschritt ferner den Schritt des Herunterladens eines aktualisierten Werts der numerischen Darstellung von einem Netzwerk umfasst. Eine weitere grundlegende Präferenz besteht darin, dass der Anwendungsschritt durch Integrierte-Schaltung-Betriebsprogramme in dem Drucker durchgeführt wird.

**[0079]** In diesem zuletzt erwähnten Fall ist ferner bevorzugt, dass der Anwendungsschritt die maximale tonale Dichte, die der Drucker abbilden kann, derart einstellt, dass sie mit der gespeicherten numerischen Darstellung übereinstimmt. Eine weitere Präferenz besteht darin, dass das Verfahren, immer noch für jedes Farbmittel, ferner den Schritt des Druckens einer tonalen Rampe umfasst. Hier umfasst der Messschritt eine Verwendung eines kalibrierten Leitungssensors, um die gedruckte tonale Rampe zu messen.

**[0080]** Wenn also der Leitungssensor verwendet wird, umfasst diese Verwendung vorzugsweise diese Teilschritte:

- Anordnen eines Satzes von Sensorablesewerten für jeden Ton in der Rampe;
- Normieren der Ablesewerte bezüglich des tonalen Bereichs zwischen einer Reflexion von einem unbedruckten Druckmedium und dem Maximalton; und
- auf der Basis einer Nicht-Linearität bei den normierten, eingestellten Ablesewerten, auf die Bezug genommen wurde, Bestimmen einer Korrekturfunktion, um eine Linearität bei den Ablesewerten einzurichten.

**[0081]** Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen ihrer bzw. ihres dritten unabhängigen Hauptfacette oder -aspekts ist die Erfindung ein Verfahren zum Bereitstellen einer im wesentlichen absoluten Farbstandardisierung bei im wesentlichen allen inkrementalen Druckern einer Produktlinie. Das Verfahren umfasst den Schritt des Speicherns, für zumindest ein chromatisches Farbmittel – für einen Zugriff durch jeden Drucker – einer numerischen Darstellung eines absoluten Wahrnehmungsparameters für zumindest einen Ton.

**[0082]** Das Verfahren umfasst ferner den Schritt des späteren Wiedergewinnens und Anwendens der gespeicherten Darstellung, um den Druckerodynamikbereich einzurichten. Das Vorstehende kann eine Beschreibung oder Definition des dritten Aspekts oder

der dritten Facette der Erfindung in seiner bzw. ihrer breitesten und allgemeinsten Form darstellen.

**[0083]** Obwohl sie in diese breit gefassten Begriffe gefasst ist, kann man erkennen, dass diese Facette der Erfindung den Stand der Technik beträchtlich vorantreibt. Obwohl sich die oben erwähnten ersten beiden Aspekte jeweils stückchenweise auf eine Einrichtung eines Standards und seine Wiedergewinnung zur Verwendung konzentrieren, betrachtet diese dritte Facette die Erfindung insbesondere aus einer globaleren Perspektive des Gesamtprozesses.

**[0084]** Diese Facette der Erfindung löst das Problem einer Farbeinheitlichkeit, indem sie einen Prozess erzeugt, der den gesamten Druckerdynamikbereich direkt erfasst und hin zu einer Standardbedingung manipuliert. Jedoch beruht dies einfach und fündigweise auf einer Spezifizierung zumindest eines Tons (von denen einer vorzugsweise gleich einem Maximalton ist, wie man noch sehen wird) - und nicht auf einer detaillierten Kalibrierung, die die gesamte im Einsatz befindliche Farbpalette beherrscht.

**[0085]** Obwohl der dritte Hauptaspekt der Erfindung den Stand der Technik somit beträchtlich vorantreibt, wird die Erfindung, um den Nutzen ihrer Vorteile zu optimieren, trotzdem in Verbindung mit bestimmten zusätzlichen Merkmalen oder Charakteristika praktiziert. Wie oben erwähnt wurde, umfasst der zumindest eine Ton vorzugsweise insbesondere einen Ton, der gleich einem Maximalton ist. Ferner umfasst der Speicherschritt vorzugsweise ein Platzieren der numerischen Darstellung in jeden Drucker oder Rasterbildprozessor („RIP – raster-image processor“), der jedem Drucker zuzuordnen ist; oder in einen Software-Cachespeicher, der für jeden Drucker oder Rasterbildprozessor zugänglich ist.

**[0086]** In jedem dieser Fälle ist ferner bevorzugt, dass das Platzieren ein Speichern der numerischen Darstellung in einem Nur-Lese-Speicher („ROM“) oder einer anwendungsspezifischen integrierten Schaltung („ASIC“) umfasst. Wie man weiß, sind ROM-Typen in einer großen Vielzahl erhältlich – einschließlich eines programmierbaren (PROM), eines löschbaren (EPROM) und eines elektrisch löschbaren (EEROM, EEPROM). Eine weitere, alternative Präferenz besteht darin, dass der Speicherschritt ein Platzieren der numerischen Darstellung in einen durch jeden Drucker verwendeten Druckertreiber umfasst.

**[0087]** Eine weitere Präferenz besteht darin, dass der Anwendungsschritt eine Steuerung, anhand einer geschlossenen Regelschleife, auf der Basis eines Druckens eines Testmusters umfasst, das den Maximalton nominal umfasst; und ein Messen des Testmusters mit einem kalibrierten Sensor, um einen vergleichbaren absoluten Wahrnehmungsparameter

für den nominal enthaltenen Maximalton umfasst. In diesem Fall besteht eine Unterpräferenz darin, dass die anhand einer geschlossenen Regelschleife erfolgende Steuerung zunächst ein Vergleichen der gespeicherten numerischen Darstellung des Wahrnehmungsparameters mit dem vergleichbaren gemessenen Wahrnehmungsparameter; und anschließend, aufgrund von bei dem Vergleich festgestellten Unterschieden, ein Ableiten einer Korrekturfunktion, die bei einem zukünftigen Drucken auf Bilddaten angewandt werden soll, umfasst.

**[0088]** Eine weitere Teilpräferenz besteht darin, dass die Funktion eine auf dem zumindest einen wieder gewonnenen Wert beruhende Korrektur umfasst, die bewirkt, dass die Druckerwahrnehmungsausgabeteile eine lineare Funktion des Eingangsdatenpegels sind. Eine weitere Präferenz besteht darin, dass der Speicherschritt ein Speichern von numerischen Darstellungen für mehrere Töne umfasst; und dass der Wiedergewinnungsschritt ein Wiedergewinnen der Darstellungen der mehreren Töne umfasst; und dass die Funktion eine auf den Darstellungen der mehreren Töne beruhende Korrektur umfasst, die bewirkt, dass die Druckerwahrnehmungsausgabeteile eine nichtlineare Funktion des Eingangsdatenpegels sind.

**[0089]** Eine weitere Teilpräferenz besteht darin, dass die Steuerung anhand einer geschlossenen Regelschleife bei einem zukünftigen Drucken ferner ein Anwenden der Korrekturfunktion auf Bilddaten umfasst.

**[0090]** Eine weitere, grundlegendere Präferenz besteht darin, dass der Speicherschritt ein Speichern einer numerischen Darstellung eines Standardwerts des absoluten Wahrnehmungsparameters umfasst; und in diesem Falle auch, dass das Verfahren ferner folgende Schritte umfasst:

Bestimmen des absoluten Wahrnehmungsparameters für Drucker, die eine Schlimmster-Fall-Leistungsfähigkeit in der Produktlinie darstellen, und Auswählen der numerischen Darstellung und Auswählen von Druckerbetriebsbedingungen angesichts des bestimmten Parameters für die Schlimmster-Fall-Leistungsfähigkeit, um zu gewährleisten, dass der Anwendungsschritt bei jedem Drucker der Produktlinie in der Lage sein wird, zu erzwingen, dass der dynamische Bereich den Standardwert umfasst.

**[0091]** Alle vorstehenden Betriebsprinzipien und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden bei Be trachtung der folgenden ausführlichen Beschreibung unter Bezugnahme auf die angehängten Zeichnungen näher verständlich. Es zeigen:

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0092] [Fig. 1](#) ist ein Diagramm, sehr schematisch und nicht maßstabsgetreu, das auf die Erfindung anwendbare Genauigkeits- und Wiederholbarkeitskonzepte veranschaulicht – wobei die Ordinate die Größe der verschiedenen Formen möglicher Fehler darstellt und die Abszisse Zeit darstellt (und ferner, da sie sich an dem Nullfehlerpunkt befindet, eine Zielfarbe darstellt);

[0093] [Fig. 2](#) ist eine Farbfehlerwahrscheinlichkeitsverteilung, die Farbziele und ein Farbverhalten bei einer Produktlinie von Druckern darstellt;

[0094] [Fig. 3](#) ist ein Graph (nicht maßstabsgetreu) der Luminosität gegenüber der nominalen Tinteneinfärbungsdichte für ein unkorrigiertes Druckeransprechverhalten und ferner für ein linearisiertes Ansprechverhalten, nach einer herkömmlichen Linearisierungsprozedur (d. h. ohne eine Standardisierung der Farbe, wobei er demgemäß eine Fehlerungewissheit an dem Punkt der vollständigen Tinteneinfärbung zeigt) für zwei Druckarrays, die mit unterschiedlicher Stärke markieren: eines führt eine nominale Tinteneinfärbung aus und das andere eine überfette Tintemarkierung;

[0095] [Fig. 4](#) ist ein ähnlicher Graph eines Ansprechverhaltens, das auf eine herkömmliche Prozedur folgt, jedoch lediglich für ein nominales Tinteneinfärben eines der zwei bei [Fig. 3](#) angenommenen Arrays – der ferner eine überlagerte Korrekturfunktion, die nur in [Fig. 3](#) inbegriffen ist, ausdrücklich beinhaltet;

[0096] [Fig. 5](#) ist ein ähnlicher konventioneller Graph für das andere, überfett einfärbende der bei [Fig. 3](#) angenommenen Arrays;

[0097] [Fig. 6](#) ist ein vergleichbarer Satz von Graphen lediglich der zwei Korrekturfunktionen der [Fig. 4](#) und

[0098] [Fig. 5](#) – sowohl in einer multiplikativen als auch additiven Form gezeigt – jedoch ohne das unkorrigierte Ansprechverhalten;

[0099] [Fig. 7](#) ist ein Flussdiagramm, das ebenfalls sehr konzeptionell und schematisch ist und das eine routinemäßige Farbkorrektur, das die Erfindung aufweist, zeigt – und auch eine Umlenkung eines Informationsflusses zur Neukalibrierung der Farbkorrekturstufe;

[0100] [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm, das ebenfalls sehr schematisch ist und ein Testmuster zeigt – und auch Systemmodule, die das Testmuster lesen und interpretieren – um die Neukalibrierung der [Fig. 7](#) zu bewerkstelligen;

[0101] [Fig. 9](#) ist ein Graph wie bei [Fig. 3](#), der jedoch einer neuartigen Vollständiges-Tinteneinfärben-Punkt-Verschiebungs-, Bereichsneuskalierungs- und Linearisierungsprozedur gemäß der vorliegenden Erfindung und nicht einer herkömmlichen Prozedur folgt (und der demgemäß eine Standardisierung einer Farbkorrektur und einer Nahezu-Absolute-Farbe-Korrektur zeigt);

[0102] [Fig. 10](#) ist ein Graph wie [Fig. 5](#) für das überfett einfärbende Array, der jedoch eine überlagerte Korrekturfunktion gemäß der Erfindung und nicht eine herkömmliche Funktion zeigt;

[0103] [Fig. 11](#) ist ein Graph wie [Fig. 9](#), jedoch für ein zu leicht einfärbendes Array statt eines zu Fetten;

[0104] [Fig. 12](#) einen Graphen wie [Fig. 10](#), jedoch für das zu leicht einfärbende Array der [Fig. 11](#);

[0105] [Fig. 13](#) ist ein Graph, der auf einer niedrigeren konzeptionellen Ebene – nämlich anhand von Maschinensprache oder Hardwaresprache – zeigt, wie die Erfindung empfangene Bilddaten zum Drucken durch nominal, zu fett bzw. zu leicht einfärbende Druckelementarrays neu skaliert; und

[0106] [Fig. 14](#) eine Tabellierung aller Wahrnehmungsparameter, die bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung gespeichert sind.

## AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

## 1. GRUNDLEGENDE AUTOMATISCHE LINEARISIERUNG VOR ORT

[0107] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung haben manche Elemente mit früheren Arbeiten gemeinsam. Ein allgemeines Prinzip ist das Messen einer Energie, die von Primärfarbflecken oder -flecken einer abgestuften tonalen Dichte oder Dunkelheit, die mit einer Schmalbandlichtquelle (z. B. einer Licht emittierenden Diode, LED) beleuchtet werden, reflektiert wird.

[0108] Ein derartiger Vorgang ist analog zu dem eines klassischen Densitometers. Die reflektierte Energie wird durch einen Sensor empfangen, dessen elektrisches Ausgangssignal über Nachschlagtabellen mit einer gemessenen Luminosität  $L^*$  und einer Gelb-Blau-Chromfinanz  $b^*$  korreliert wird.

[0109] Mit anderen Worten werden das Reflexionsvermögen angebende Signale unter Verwendung dieser Tabellen in  $L^*/b^*$ -Schätzungen umgewandelt. Die geschätzten  $L^*$ - und  $b^*$ -Werte wiederum werden verwendet, um das Drucksystem wieder zu einem bekannten linearen tonalen Ansprechverhalten auf Eingangsdaten hin zu korrigieren.

**[0110]** (Die Erfindung ist nicht darauf beschränkt, ein tonales Ansprechverhalten zu erzwingen, das linear ist eine weitere, andere Funktion kann statt dessen durchgeführt werden – und in diesem Fall ist es wahrscheinlich vorzuziehen, statt lediglich eines Maximaltons mehrere Standardpunkte entlang der Tonauswahl auszuwählen und zu speichern. Ferner kann die Erfindung rein prinzipiell unter Verwendung eines gespeicherten Tons praktiziert werden, der sich nicht an dem extremen maximalen Ende des tonalen Bereichs befindet, und dies fällt in den Schutzbereich bestimmter der angehängten Patentansprüche.)

**[0111]** Der Ursprung der Nachschlagtabellen liegt außerhalb des Linearisierungsprozesses selbst. Diese Tabellen werden üblicherweise für jeden Drucker im Werk hergestellt, wobei dessen Leitungssensor installiert ist, können statt dessen jedoch auch auf der Grundlage einer theoretischen Analyse der zu verwendenden Tinten und Druckmedien durch den Drucker selbst automatisch erstellt werden. Beide Lösungsansätze werden beispielsweise in dem ersten der zuvor erwähnten Patentschriften von Subirada erörtert.

**[0112]** Bei einer Konzeptionalisierung des Linearisierungsprozesses besteht das Ziel darin, eine bereits existierende Datenpipeline **42** weiterzuentwickeln ([Fig. 7](#)). Diese Pipeline kann teilweise in einem Computer **41** vorliegen, der einem Drucker **52** zugeordnet ist, und kann teilweise in dem Drucker selbst vorliegen und kann ferner teilweise in einem (nicht gezeigten) Rasterbildprozessor vorliegen, der dem Computer **41** und dem Drucker zugeordnet ist.

**[0113]** Die Pipeline **42** empfängt Eingangsbilddaten **42** von einer extern bereitgestellten Datei oder von einer Originaldatei, die vielleicht gerade erst in dem Hostcomputer **41** entwickelt wurde. Die Eingangsdaten **43** werden zunächst durch eine Linearisierungsstufe **44** geleitet, um bekannte Nicht-Linearitäten in dem Drucksystem – die bei einem vorherigen Linearisierungsprozess bestimmt wurden – zu kompensieren.

**[0114]** Linearisierte Bilddaten **45** werden dann einer Halbtongebung **46** unterzogen und zu abschließenden Ausgangsdruckstufen geleitet **47**. Eine derartige Korrektur ist in etwa analog zu einer Gammakorrektur bei einem Kathodenstrahlröhrensystem (CRT-System, CRT = cathode-ray-tube). Obwohl lediglich Primärfarben direkt linearisiert werden, werden aufgrund der Korrektur der Primärfarben auch Sekundärfarben (die aus den Primärfarben gebildet werden) korrigiert.

**[0115]** Die bereits existierende Linearisierung **44** könnte verworfen werden, und eine völlig neue Transferfunktion könnte aus gänzlich unkorrigierten Daten erneut berechnet werden – und der sich erge-

bende Prozess würde in den Schutzbereich bestimmter der angefügten Patentansprüche fallen. Ein derartiger Lösungsansatz würde jedoch zu einer geringeren Genauigkeit führen als das bevorzugte Verfahren, das, wie oben erwähnt, eine Weiterentwicklung einer bereits existierenden Annäherung an die Linearisierung ist.

**[0116]** Der Weiterentwicklungsansatz ist besser in der Lage, abschließende kleine Korrekturen auf sehr sensible Weise zu bestimmen. Diese Prozedur wird entweder durch einen Benutzer oder automatisch durch den Hostcomputer **41** (oder sogar den Drucker **52**) eingeleitet.

**[0117]** Auf eine Einleitung der Relinearisierung hin werden die ursprünglichen Linearisierungsfunktionen **51** zu dem Drucker **52** kanalisiert, der eine programmierte Serie von Schritten **54** aufruft **53**, die nachfolgend ausführlich erläutert werden. Das Ergebnis ist ein neuer Satz von Linearisierungsfunktionen **55**, durch die die zuvor in der Pipeline existierenden ersetzt werden.

**[0118]** Die grundlegende Farblinearisierungsprozedur, d. h. die oben erwähnte Serie von Schritten **54**, lautet wie folgt.

- Drucken: Ein Geschlossene-Regelschleife-Farziel **21** ([Fig. 8](#)), das aus Primärfarbrampen unterschiedlicher Tintenquantitäten besteht, wird einer Halbtongebung unterzogen und auf übliche Weise gedruckt – wobei alle vorgegebenen (d. h. routinemäßigen) Einstellungen und Systemkonfigurationen verwendet werden.

- Abtasten: Nachdem man die Tinte trocknen ließ (vorzugsweise unter Verwendung eines vorgegebenen Trocknungszeitalgorithmus), tastet das System das Ziel unter Verwendung des optischen Sensors **22**, der ein standardmäßiger Teil des Druckers ist und – üblicherweise als „Leitungssensor“ oder „Farbsensor“ bekannt ist, ab. Es weist vorzugsweise drei Licht emittierende Dioden (LEDs) – Bernstein, Grün bzw. Blau – auf, um in dem gesamten sichtbaren Spektrum eine Beleuchtung zu liefern, zum Zweck der höchsten Empfindlichkeit für die Cyan-, Magenta-, Gelb- und Schwarzfarbmittel.

Der Sensor weist ferner eine einzelne Photodiode als Detektor auf. Die LEDs werden durch eine Treiberschaltung **23**, die zum Zweck einer klaren Trennung von Farbeffekten, falls gewünscht, mit einer Erfassung synchronisiert ist, mit Leistung versorgt.

- Signal-Vorverarbeitung: Eine vorläufige Signalherstellung **26** liefert eine unabhängige Gewinneinstellung in digitaler Form für die jeweiligen Farbsignalkanäle, ein Filtern und eine Mittelwertsbildung. (Auf einer noch früheren, vorläufigen Stufe wird auch eine Schwarzpunktmessung zum Einstellen von elektronischen Gewinn- und Ver-

satzwerten verwendet; dieser routinemäßige Vorgang, ein Erfassen der Dunkelheit in einem Loch, das in einer Druckkopfwartungsstationenregion vorgesehen ist, ist von der vorliegenden Erfindung getrennt.) Dann durchlaufen die immer noch rohen Sensorablesewerte **27** eine Farbkorrektur **31** (unter Verwendung der oben erwähnten Sensorkalibrierung).

Ein erster Schritt hier ist eine Umwandlung in Wahrnehmungsparameter – Luminosität oder Chromfinanz. Im einzelnen werden Ablesewerte für die Gelb-Y-Rampe in eine Gelb-Blau-Chromfinanz  $b^*$ ; und für alle anderen Rampen in eine Luminosität  $L^*$  übersetzt. Diese anderen umfassen Schwarz K, Cyan C und Magenta M; aber auch helles Cyan c und helles Magenta m, falls der Drucker diese ergänzenden Farbmittel aufweist. Die spezielle Behandlung für Y wird durchgeführt, um einen relativ geringen Kontrast in der Luminositätskala für Gelb zu überwinden. Wie man weiß, ist ein derartiger geringer Kontrast im wesentlichen eine immanente Eigenschaft von Gelb; dieser Lösungsansatz, Gelb zu messen, ist in der Technik bekannt. (Der Sensor, wie er in seinen Nachschlagetabellen kalibriert ist, ergibt Wahrnehmungswerte, die immer noch lediglich für die angegebenen Zwecke gut sind, d. h. zum Messen von Primärfarben innerhalb des kleinen Bereichs der Primärfarbschwankungen – was der Arbeitsbereich ist. Hier sind die Präzision und Genauigkeit ausreichend; jedoch sollte der auf diese Weise kalibrierte Sensor nicht zum Messen einer Sekundär- oder einer anderen konstruierten Farbe verwendet werden.)

– Tonale Linearisierung: Immer noch in der Korrekturstufe **31** gelangen die Wahrnehmungsmesswerte  $L^*$  und  $b^*$  zu einer Linearisierungsunterstufe **32**, die üblicherweise in einem Teil der Druckerfirmware verkörpert ist. Hier werden die vorverarbeiteten Messungen verwendet, um die Beziehung **33** zwischen Druckkopf ausgangsfarben und Eingangspegeln in jeder Bilddatendatei einzustellen.

Mit anderen Worten berechnet diese Stufe **32** neue Linearisierungstransferfunktionen **34** für jeden Farbmittelkanal – das heißt für jedes der KC-MYcm-Farbmittel, die bei dem Gerät verwendet werden. Diese Funktionen sind derart, dass sie das Tonansprechverhalten **35** jedes Farbmittels dazu zwingen, linear zu sein: d. h. linear in  $b^*$  für Y und in  $L^*$  für die anderen.

Die spezifische Beschaffenheit dieser Transferfunktionen **34** weicht bedeutend von den Umwandlungstermenen  $\Delta S$  61, 63 und Umwandlungsfaktoren M, 61, 63 ab. Diese Funktionen werden in dem folgenden Teilabschnitt **2** ausführlicher erläutert.

– Speicherung: Die Transferfunktionen werden über eine Kommunikationsverbindung an den Hostcomputer

geleitet. Die gemeinsame Vorrichtung, die aus dem Computer und Drucker besteht, wendet dann die Funktionen auf entsprechende Punkte in der Datenpipeline an.

## 2. NAHEZU-ABSOLUTE-FARBE-KORREKTUR

**[0119]** Wie zuvor erklärt wurde, ist ein Nachteil der verwandten Technik ihre uneinheitliche Farbe – z. B. zwischen mehreren und vielen Drucken innerhalb einer einzigen Produktlinie. Eine derartige Uneinheitlichkeit kann direkt auf im wesentlichen drei Beschränkungen der verwandten Systeme zurückgeführt werden:

- Vertretbarerweise unzureichende Sensorkalibrierung;
- kein absoluter Vollsättigungsreferenzwert; und
- kein Ziel, Uneinheitlichkeit innerhalb der Linie zu eliminieren.

**[0120]** Die erste dieser Beschränkungen ist bedeutsam, da die hier interessierenden Farbunterschiede ein relativ geringes Ausmaß aufweisen. Somit könnten sie durch eine relativ geringe Kalibierungsschwankung, wie sie vielleicht bei manchen oder allen Systemen, die in der zuvor erwähnten Subirada-Patentschrift beschrieben sind, vorliegen können, verwässert werden – oder in jedem Fall äußerst ungenau gemacht werden.

**[0121]** Die zweite ist sogar dann kritisch, wenn die Sensorkalibrierung ausreichend ist. Bei Nicht-Vorliegen einer nominalen Maximaltonreferenz für die Produktlinie gibt es nichts, worauf jeder Produktionsdrucker in der Linie abgestimmt werden sollte.

**[0122]** Die dritte ist wesentlich, da die Verfügbarkeit von Informationen nicht dasselbe ist wie deren tatsächliche Nutzung. Das heißt, dass eine tatsächliche Einheitlichkeit innerhalb einer Produktlinie eine Prozedur erfordert, die in der Tat sowohl ausreichende Sensorkalibrierungsdaten als auch einen Maximaltonreferenzwert nutzt.

**[0123]** Die vorliegende Erfindung nimmt sich aller drei oben umrissenen Beschränkungen an. Somit kann die Erfindung als erstes, falls gewünscht, eine mögliche Nicht-Präzision oder Ungenauigkeit einer Sensorsignal-Kalibrierung zu einem Wahrnehmungsfarbraum (die beispielsweise auf unbestimmte Annahmen über eine Medienunabhängigkeit von der Sensorkalibrierung zurückzuführen ist) eliminieren.

**[0124]** Dieser Schritt ist eine Angelegenheit des Kalibrierens des Leitungssensors separat und spezifisch bezüglich jedes unterschiedlichen Druckmediums, das für eine Verwendung bei dem Drucker gedacht ist. Nachdem dem Wahrnehmungsraum eine absolute Kalibrierung zuteil wurde, ist der Sensor bereit, tatsächliche Vollsättigungstöne in dem Drucker

zu messen – auf eine Weise, die später Messungen ergibt, die direkt mit Labormessungen von nominalen oder standardmäßigen Vollsättigungstönen vergleichbar sind.

**[0125]** Bei bevorzugten Ausführungsbeispielen definiert und misst die Erfindung zweitens einen nominalen Referenzton 62' ([Fig. 9](#)) bezüglich einer vollständigen Sättigung jedes Farbmittels, das die Druckerproduktlinie verwendet. Dadurch wird nicht nur das Hohe-Luminosität-Ende 69 ([Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) und [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#)) des Dynamikbereichs gut definiert – durch Drucken und Messen auf dem bloßen Druckmedium – sondern auch das Niedrige-Luminosität-Ende (oder, für Gelb, das Hohe-Chromfianz-Ende) 62' ist gut definiert.

**[0126]** Dieser Grenzpunkt ist ausdrücklich als Standard für die Produktlinie definiert und gemessen. (Der Einfachheit in den Zeichnungen halber veranschaulichen [Fig. 9](#) bis [Fig. 12](#) im wesentlichen eine erste Linearisierung, für jeden der verschiedenen Fälle, statt der bevorzugten Neolinearialisierung 51 – 55 [[Fig. 7](#)], die zuvor erläutert wurde; eine Veranschaulichung der feinen Korrekturen bei einer derartigen Neolinearialisierung wäre sehr schwierig zu zeigen und zu erkennen, und zwar genau aufgrund der Tatsache, dass sie sehr kleine Weiterentwicklungen der vorherigen Korrekturwerte sind.)

**[0127]** Wenn man den nominalen Ton 62' ([Fig. 9](#)) mit [Fig. 3](#), bei der die obere Kurve 16 das natürliche Systemansprechverhalten in einem Drucker darstellt, der einen Druckkopf mit einem nominalen Tropfengewicht aufweist, vergleicht, kann man sehen, dass diese zweite Vorkehrung der Erfindung einfach den nominalen Maximalton oder Grenzpunkt für einen nominalen Druckkopf einrichtet. Dieser Schritt kann nicht vor Ort (z. B. bei einer Einrichtung eines Endbenutzers) – oder sogar im Werk, in dem Sinn, dass dies einen Bestandteil der Prozeduren der Produktionskette darstellt – durchgeführt werden, da dies ein Schritt ist, der für die gesamte Produktlinie durchgeführt werden muss.

**[0128]** Gemäß der Definition und Messung werden Teile der bevorzugten Ausführungsbeispiele auf einer Produktentwurfs- oder -neuentwurfsstufe durchgeführt. Im üblichen Sprachgebrauch werden derartige Messungen im „Labor“ und nicht im Werk durchgeführt.

**[0129]** Der Definitionsschritt umfasst vorzugsweise ein Drucken von Testmustern mit einer repräsentativen Abtastung von Produktionsprototypdruckern, und die Ablesewerte werden verglichen und kombiniert, um eine Zusammensetzung zu erhalten, die dann als für die Produktlinie nominal und standardmäßig behandelt werden kann. Dieses Drucken erfolgt nicht nur mit tatsächlichen Druckern, die die Pro-

duktlinie darstellen, sondern auch mit den Tinten- und Druckmediensätzen, die tatsächlich verwendet werden, um die Ablesewerte spezifisch für diese Tintenmediensätze zu optimieren.

**[0130]** Eine sehr stark bevorzugte Praxis der vorliegenden Erfindung umfasst ein Messen der standardmäßigen Grenztöne 62' unter Verwendung eines qualitativ hochwertigen Photometers, beispielsweise eines Doppelstrahl-Spektrophotometers einer automatischen Aufzeichnung mit einem Reflexionsgrad-Zusatzgerät. Innerhalb des Schutzmangangs bestimmter der beigefügten Patentansprüche liegen jedoch viele weniger strenge Lösungsansätze.

**[0131]** Diese umfassen eine Verwendung eines in der Hand zu haltenden Kolorimeters des Typs, wie er in der vorliegenden Anmelderin gehörenden U.S.-Patentschrift 5,272,518 von Vincent beschrieben ist, oder die Verwendung eines druckermontierten Kolorimeters wie z. B. eines solchen, das in einer weiteren, der vorliegenden Anmelderin gehörenden Patentschrift von Vincent, U.S. 5,671,059 nd in der oben erwähnten Patentschrift von Thomas Baker gelehrt wird, oder sogar unter Verwendung der kalibrierten eingebauten Leitungssensoren in den Druckern selbst – z. B. sogar in denjenigen Druckern, die zum Erzeugen der Standardtonausdrucke verwendet werden. Wesentlich ist es, einen Tonablesewert zu erhalten, der zugänglich für einen direkten und einigermaßen zuverlässigen Vergleich mit Sensorablesewerten ist, die durch Drucker in der Produktlinie später automatisch vor Ort durchgeführt werden.

**[0132]** In der reinen Theorie könnte auch ein willkürlicher Tonablesewert als Standard verwendet werden. Im allgemeinen schlägt eine derartige Wahl jedoch darin fehl, den Dynamikbereich – und somit die immanente Farbpalette – des Druckers am besten zu nutzen.

**[0133]** Es ist wichtig, dass die Messungen ein Prüfen der Produktlinie und ihres Entwurfs umfassen, um Schlimmster-Fall-Werte für das Tropfengewicht und andere Parameter zu bestimmen, die die Tinteneinfärbungsdichte stark beeinflussen, insbesondere an dem Maximaltonende des Dynamikbereichs. Der zu speichernde Standardwert – und auch all die anderen Betriebsbedingungen des Druckers – sollten so gewählt werden, dass jeder Drucker in der Produktlinie, auch wenn er bei einem Extrem der Betriebsleistungsfähigkeit arbeitet, in der Lage ist, die eingerichteten und gespeicherten Standardwerte zu erreichen.

**[0134]** Obwohl die Definition und Messung zweifellos Labor- und nicht Werksvorgänge sind, kann der nächste Schritt – eine Speicherung der sich ergebenen Referenzdaten – als ein näher liegender Fall betrachtet werden, da diese Daten in der Tat in jedem Drucker auf der Produktionskette gespeichert wer-

den. Die Art und Weise, auf die die Daten ursprünglich gespeichert werden, beinhaltet jedoch üblicherweise ein Einbetten der Informationen in Entwurfsdaten für eine ASIC oder eine Art von ROM.

**[0135]** Die Entwicklung derartiger Entwurfsdaten wird üblicherweise als Laborfunktion (und nicht als Werksfunktion) betrachtet. Ingenieure erstellen nicht nur abstrakte numerische Beschreibungen der Daten, sondern auch lithographische oder ähnliche Master- bzw. Kopierschablonen, die später bei der Herstellung der mehreren Schichten von integrierten Schaltungen direkt verwendet werden sollen – oder sie stellen in manchen Fällen Masterdatenblöcke zum Laden in Firmwarespeicher her. Die Aufgabe der technischen Bearbeitung werden im Labor durchgeführt.

**[0136]** Die ASIC bzw. der ROM wird dann jedoch in großen Mengen hergestellt, wobei die im Labor entwickelten Spezifikationen automatisch befolgt werden. Dieser Herstellungsschritt ist unabhängig davon, wessen Einrichtung ihn ausführt, im wesentlichen ein Werksvorgang.

**[0137]** Im Werk wird jede ASIC oder jeder ROM anschließend in einen entsprechenden der Drucker in der Produktionskette installiert. Es ist unklar, ob die „Datenspeicherung“ in dem frühen Moment einer Laboreinbettung der Informationen in Herstellungsmaster oder in dem späteren Moment einer automatisierten Umsetzung der eingebetteten Informationen zu Herstellungskomponenten erfolgt.

**[0138]** Wie man erkennen kann, ist es im Grunde eine semantische Frage, ob der Speicherungsschritt eine Labor- oder eine Werksfunktion ist. In jedem Fall bilden die Definition, die Messung und die Speicherung allesamt Bestandteile einer Gesamtprozedur zum Praktizieren bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung; und diese Bestandteile werden alle entweder für die oder im Auftrag der Druckerherstellerfirma ausgeführt.

**[0139]** Drittens verlangt die Erfindung die Verwendung des gespeicherten Vollstättigungsreferenztons in einer automatischen Vor-Ort-Prozedur, die den Niedrige-Luminosität-Punkt **64** für einen Druckkopf eines nicht-nominalen Tropfengewichts in der Tat zwingt **115** ([Fig. 9](#)), mit dem übernommenen Standard **62'** für alle Einheiten in der Produktlinie übereinzustimmen. Wenn dieser Punkt unter Kontrolle ist, kann dann eine Nahezu-Absolut-Kalibrierung durch eine im wesentlichen übliche Linearisierung abgeschlossen werden, bei der die gesamte natürliche Ansprechkurve **117** für einen nichtnominalen Kopf durch ein im wesentlichen lineares Ansprechverhalten **119** ersetzt wird, das zu dem standardmäßigen Niedrige-Luminosität-Pegel **62'** hinstrebt.

**[0140]** Ferner ist dieses gesamte lineare Ansprechverhalten **119** des somit korrigierten nicht-nominalen Kopfes nahezu kongruent mit dem gesamten linearen Ansprechverhalten **118** eines nominalen Kopfes. Die Erfindung kommt damit einem Löschen unsichtbarer Spuren der Unterscheidung zwischen nominalen und nicht-nominalen Druckköpfen sehr nahe: das Ergebnis ist nicht nur eine Linearität zwischen einzelnen Maschinen, sondern auch eine nahezu absolute Einheitlichkeit innerhalb einer Produktlinie.

**[0141]** In diesem Teil der Prozedur entsteht in der Tat der definierte, gemessene und gespeicherte physische Ton – in dem Sinne, dass er physisch, kolorimetrisch folgendermaßen repliziert wird:

- als tonaler Wert, den der Drucker in der Tat immer dann druckt, wenn der Niedrige-Luminosität-Ton spezifisch durch Eingangsbilddaten aufgerufen wird; und ferner
- als tonaler Wert, auf den der Drucker fast alle anderen Töne innerhalb seines Dynamikbereichs linearisiert.

**[0142]** (Das Wort „fast“ ist hier aufgenommen, da der gespeicherte Niedrige-Luminosität-Tonalwert im Prinzip überhaupt keine Auswirkung auf den einzelnen Ton an dem Ende einer äußerst hohen Luminosität des Bereichs hat. Ferner ist es in manchen Fällen möglich, dass manche Töne, die unmittelbar zu diesem einen benachbart sind, durch den standardmäßigen Niedrige-Luminosität-Wert nicht beeinflusst werden.)

**[0143]** Das physische Zwingen des Niedrige-Luminosität-Endpunkts **64** zu dem gespeicherten Wert **62'** wird durch einen gänzlich neuen Satz von Umwandlungstermen oder -faktoren **65** bewerkstelligt ([Fig. 10](#)). Durch einen Vergleich mit den zuvor erörterten konzeptionellen Veranschaulichungen in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) kann man nun erkennen, dass – im Gegensatz zu der zuvor dargelegten Abwesenheit einer kausalen Verbindung zwischen dem nominalen und dem nicht-nominalen Fall – nun ein Übersprechen oder eine kausale Beziehung zwischen den zwei Fällen vorliegt.

**[0144]** Im einzelnen verbindet die Umwandlungsfunktion **65** hier die beiden Fälle, indem sie bewirkt, dass das nicht-nomiale Gerät genauso agiert wie das nominale Gerät. Das rechte Ende der Umwandlungsfunktion **65** (und des linearisierten Ansprechverhaltens **119**) konvergiert nicht mehr zu dem rechten Ende der natürlichen nicht-nominalen Ansprechkurve **117**, wie dies im Stand der Technik der Fall war.

**[0145]** Diese Umwandlungsfunktion beinhaltet den notwendigen Schritt **115** (nach oben für einen Kopf mit einem hohen Tropfengewicht). Somit ist die neue Funktion **65** nicht nur eine konzeptionelle spiegelbildliche Ergänzung des natürlichen Ansprechverhaltens

117 – wie dies bei den Funktionen 61, 63 (Fig. 4) und Fig. 5) der Fall war.

[0146] Ein weiterer Vergleich der Korrekturfunktion 65 mit den früheren Formen erscheint in dem zuvor erörterten Graphen der Funktion als Multiplizierer M, 65 (Fig. 6). Diese Ansicht bietet eine andere Art eines direkten graphischen Vergleichs mit den zuvor verwendeten Funktionen 61, 63.

[0147] Hier erkennt man, dass der neue Multiplizierer 65 insofern von den früheren abweicht, als das rechte Ende des Graphen nicht zu dem Basispegel 1,0 zurückkehrt, sondern vielmehr bei einer erhöhten Position endet. Wenn diese multiplikative Korrekturfunktion 65 auf die ursprüngliche nichtnominale Ansprechfunktion 117 angewendet wird, neutralisieren sich die krummlinigen Komponenten der zwei Funktionen 65, 117 gegenseitig – wobei sie ein geradliniges Gesamtansprechverhalten ergeben, das als geneigte gerade Linie 67 betrachtet werden kann.

[0148] Die Tatsache, dass diese Linie 67 zu der erhöhten Position hin abgewinkelt ist, zeigt, dass eine Komponente (der vertikale Schritt) der Gesamtkorrektur nicht nur Nicht-Linearitäten neutralisiert. Vielmehr zwingt sie die Niedrige-Luminosität-Grenze des Dynamikbereichs in Druckkopieausdrucken, mit der selben standardmäßigen Niedrige-Luminosität-Grenzzahl, die im Labor gespeichert ist, übereinzustimmen.

[0149] Als Zwischenpunkte zwischen dem rechten und dem linken Ende der Korrekturfunktion 65 gibt die abgewinkelte Linie 67 an, wie dieser übereinstimmende Abschnitt der Einstellung über den Dynamikbereich verteilt ist – wobei eine Linearität aufrechterhalten wird und gleichzeitig der gewünschte Luminositätsschritt 115 (Fig. 9) berücksichtigt wird. Dieselbe Verteilung der Korrektur über den gesamten Bereich erscheint in der additiven Version 65' (Fig. 6) der Korrektur, wobei ihre entsprechende geneigte gerade Linie 67', die von dem für frühere Prozeduren implizierten horizontalen Nullwert abweicht.

[0150] Messungen des Restfarbfehlers, insbesondere an dem Niedrige-Luminosität-Ende des Dynamikbereichs für die Primärfarbe, deuten darauf hin, dass die absolute Genauigkeit im Vergleich zu den zuvor erwähnten 5 dL\* auf mehr als 1,5 dL\* verbessert ist. Man nimmt an, dass infolgedessen für Farben, die durch ein Kombinieren der Primärfarben erzeugt werden, eine noch deutlichere Verbesserung der Farbeinheitlichkeit erhalten wird.

[0151] Die Punkte 62, 64 und 62' einer geringen Luminosität  $L^*_{MIN}$  (Fig. 3) bis Fig. 6 und Fig. 9 und Fig. 10) sind in der Tat Ankerwerte, die am Steuern der Neigung des linearisierten Ansprechverhaltens bei jedem Drucker beteiligt sind. Die Erfahrung stan-

dardisiert diesen  $L^*_{MIN}$ -Punkt in allen Geräten innerhalb einer Produktlinie.

[0152] Am anderen Ende des Dynamikbereichs sind die Punkte 69 einer hohen Luminosität  $L^*_{MAX}$  relativ gut definiert. Da die zwei Endpunkte des Bereichs nun viel einheitlicher sind, tendieren auch alle anderen gedruckten Dichten in diesen Geräten dazu, mit denen des standardmäßigen Ansprechverhaltens übereinzustimmen.

[0153] Falls Vor-Ort-Messungen für ein bestimmtes Farbmittel in einem bestimmten Drucker einen Niedrige-Luminosität-Punkt 64 ergeben, der in der Tat niedriger ist als der nominale Wert, muss dies bedeuten, dass der Drucker übermäßige Mengen dieses Farbmittels aufbringt, zumindest in diesem Niedrige-Luminosität-Bereich seines Betriebsbereichs (d. h. maximale Farbmittelsättigung). Dann ist es nötig, die Tintenmenge dieser Farbe zu verringern, und zwar genau im richtigen Anteil, um die tatsächliche Tondichte auf den Nominalwert einzudämmen (die tatsächliche Luminosität zu verstärken) – und genau dies tut der Drucker vor Ort automatisch.

[0154] Falls Vor-Ort-Messungen statt dessen einen Niedrige-Luminosität-Punkt 64' (Fig. 11) ergeben, der höher ist als der Nominalwert, muss dies bedeuten, dass der Drucker unzureichende Mengen dieses Farbmittels aufbringt, zumindest in dem Niedrige-Luminosität-Bereich seines Betriebsbereichs (d. h. maximale Farbmittelsättigung). Dann ist es nötig, die Tintenmenge dieser Farbe zu erhöhen, und zwar genau im richtigen Anteil, um die tatsächliche Tondichte auf den nominalen Wert zu erhöhen (die tatsächliche Luminosität zu unterdrücken) – und auch dies tut der Drucker vor Ort automatisch.

[0155] Es wurde noch nicht exakt gezeigt, wie diese Hemmung oder Erhöhung der Tondichte (bzw. der entsprechenden Verstärkung oder Unterdrückung der Luminosität) bewerkstelligt wird. In allen oben erörterten Graphen stellen die Abszissen ausschließlich die nominale Tintendichte dar – das heißt die Dichte, wie sie bei einem relativ hohen konzeptionellen Pegel ausgedrückt wird, nämlich tonale Werte in einer Bilddatendatei 43 (Fig. 7).

[0156] Wenn sie statt dessen konzeptionell auf einem niedrigeren Pegel betrachtet wird, in einer tatsächlichen Maschinensprache, ist die Umwandlung für einen Druckkopf eines nominalen Tropfengewichts eine Neuabbildung 71 (Fig. 13) aller Bilddaten von Nominaltönen, wiederum auf der Abszisse 70, zu Hardwaretönen, die nun entlang der Ordinate 79 grafisch dargestellt sind. Diese Neuabbildung 71 erscheint wie zuvor aufgrund der Linearisierungsanforderung nach oben konvex.

[0157] Was für die vorliegende Erläuterung noch

bedeutender ist, ist, dass die Neuabbildung nahezu alle Ton- oder Dichtezahlen 0 – 255 auf einen kürzeren Gesamtmaßstab 0 – 230 abwärts abtastet (d. h. interpoliert). Das heißt, dass, falls die maximale Dichte **75**, die in dem System gehandhabt wird, hexadezimal 255 ist, diese Maximaltonzahl auf eine neue Dichtezahl **76**, nämlich hexadezimal 230, neu abgebildet wird, wie gezeigt ist.

**[0158]** Die Skala und somit der gesamte Dynamikbereich für einen nominalen Kopf ist um etwa zehn Prozent verkürzt gezeichnet. Für einen Kopf mit einem hohen Tropfengewicht ist die Umwandlung **65** ([Fig. 10](#)) jedoch eine striktere Neuabbildung **72** ([Fig. 13](#)) – mit einer Gesamtverringerung von Dichtezahlen von hexadezimal 255 auf eine niedrigere neue Dichtezahl **77**, nämlich z. B. hexadezimal 205, wie gezeigt ist (oder z. B. 200). Das heißt, dass die Gesamtskala 0 – 255 für einen Kopf mit einem derartigen hohen Gewicht auf 0 – 205 abnimmt.

**[0159]** Der Zweck dieser globalen Abwärtsabtastung besteht darin, einen Kopf mit einem niedrigen Tropfengewicht zu berücksichtigen, was, wie oben erwähnt wurde, eine erhöhte Dichte erfordert, auch als unterdrückte Luminosität erkannt. Für den schwächsten zulässigen Druckkopf beträgt die **Abb. 73** von einer nominalen Dichte (wiederum Bilddatenzahlen) **70** auf eine Hardwaresprache-Dichte **79** an dem Maximale-Dichte-Punkt **78** eins zu eins: ein Eingang **75** von hexadezimal 255 bildet auf einen Ausgang **78** ab, der unverändert ist – immer noch hexadezimal 255 – und nur die Zwischenwerte werden verschoben, wie die nach oben konvexe Kurve **73** zeigt, um eine Linearisierung zu bewerkstelligen.

**[0160]** Bezuglich der Köpfe mit nominalem und hohem Tropfengewicht stellt diese unveränderte oder Eins-zu-Eins-Maximale-Dichte-Neuabbildung **73** eine Skalenerweiterung dar. Somit ist die eines schwachen Kopfes auf der Gerätebene relativ zu dem Dynamikbereich eines nominalen Kopfes betrachtet erweitert, während die eines überstarken Kopfes verringert ist.

**[0161]** Die Erfindung verwirft somit einen Dynamikbereich nicht nur für Tintentropfen eines zu großen Gewichts, sondern auch für Tintentropfen eines nominalen Gewichts. In seltenen Fällen fallen infolgedessen manche gewünschte Farben aus der Farbpalette heraus.

**[0162]** Somit verlangt eine erfolgreiche Praxis der Erfindung einen sorgfältigen Geräte- und Druckkopfentwurf, um zu gewährleisten, dass die Farbpalette für den beabsichtigten Markt breit genug ist. Dies kann durch sorgfältige technische Anpassungen der Tintenchemie, der Druckmedien, der Tropfengewichtsbereiche und aller anderen Faktoren, die beim Tintenstrahldrucken üblich sind – und der entspre-

chenden Parameter bei den mehreren anderen Formen eines inkrementalen Druckens – bewerkstelligt werden.

**[0163]** Die gesamte derartige Neuabbildung wird im selben Durchlauf mit der Linearisierung **44** ([Fig. 7](#)) durchgeführt. Somit wird die ganze Leistung der Halbtongebungsstufe **46** vorteilhafterweise angelegt, um die Wirkung aller tonalen Einstellungen gleichmäßig zu verteilen.

**[0164]** Gemäß derselben Philosophie der Erfindung umfassen bevorzugte Ausführungsbeispiele weder eine herkömmliche Verarmung noch das Propletionsprinzip des Borrell-Dokuments. In Verbindung mit der vorliegenden Erfindung können Algorithmen für beide verwendet werden; jedoch entfernt eine Verarmung Punkte, nachdem sie einer Halbtongebung unterzogen wurden, auf Medien auf der Basis von Kriterien, die lediglich schwerwiegende Tintenvolumenbelange umfassen und somit feinere Auswirkungen auf die Bildqualität nicht berücksichtigen.

**[0165]** Eine Verarmung führt in der Tat üblicherweise Artefakte wie z. B. Körnigkeit ein. Vor Halbtongebungskorrekturen gemäß den bevorzugten Ausführungsbeispielen dieser Erfindung sind nicht nur eleganter, sondern nehmen wiederum auch die Mechanismen der Halbtongebungsstufe **46** zu Hilfe, um alle Bildmerkmale in ein ordnungsgemäß strukturiertes Ganzes zu integrieren.

**[0166]** Nachdem die Labordruck- und -messstufen abgeschlossen sind, werden diese bemerkenswerten Leistungen mit einem im wesentlichen nicht-modifizierten Sechs-Dollar-Leitungssensor erreicht – nicht mit einem Spektrophotometer, nicht einmal mit einem Fünfzig-Dollar-Kolorimeter. Mit denselben direkten Materialkosten wie konkurrierende Produkte desselben Herstellers liefert diese Erfindung eine Farbkorrekturpräzision, die doppelt so fein ist, und eine Genauigkeit, die mehr als dreimal so fein ist.

### 3. IMPLEMENTIERUNG VON HARDWARE, PROGRAMM UND SPEICHERUNG

**[0167]** Da die Erfindung für eine Implementierung in einem oder als ein beliebiges einer sehr großen Anzahl von unterschiedlichen Druckernmodellen vieler verschiedener Hersteller empfänglich ist, würde es wenig Sinn machen, einen Vertreter eines solchen Druckers zu veranschaulichen. Es ist jedoch von Interesse, dass ein derartiger Drucker und manche seiner markanten Betriebsteilsysteme in mehreren anderen Patentschriften der Anmelderin Hewlett-Packard veranschaulicht und erörtert werden – beispielsweise in dem zuvor erwähnten Dokument von Thomas Baker, das insbesondere ein Modell eines großformatigen Druckers/Plotters veranschaulicht, das zur Verwendung als Multitask-Gerät geeignet ist.

**[0168]** Das am stärksten bevorzugte Ausführungsbeispiel der Erfindung arbeitet in einem Drucker, der drei verschiedene Druckmodus-Qualitätsniveaus aufweist, die als „normal“, „bestes“ bzw. „superbestes“ bezeichnet werden. Für fast alle interessierenden Druckmedien wurden die Druckmodi bei sorgfältiger Einhaltung der maximal möglichen Gleichmäßigkeit – in Bezug auf alle Elemente, die bei der Farbkorrektur eine Rolle spielen – entwickelt derart, dass eine für den besten Modus durchgeführte Kalibrierung ohne Speicherung verschiedener minimaler L\*- oder maximaler b\*-Werte in normal und superbestes übertragen werden können.

**[0169]** Die technische Ausgestaltung von Druckmodi, Ausgleichen der Geschwindigkeit und der Anzahl von Durchläufen, um ein ausgewähltes Qualitätsniveau zu erhalten, ist in der Technik bekannt. Falls bevorzugt, können die Modi jedoch auf Kosten eines bloßen Speicherns einiger weiterer L\*- und b\*-Zahlen auf eine viel routinemäßiger Weise entworfen werden.

**[0170]** Die Anzahl von Medien, die zur Verwendung bei dem am stärksten bevorzugten Ausführungsbeispiel entworfen sind, beträgt sechs. Bei einem dieser Medien und einem der drei Druckmodi (superbester) stellte man jedoch fest, dass es vorzuziehen war, einen anderen Wahrnehmungsparametersatz zu verwenden als für dieses Medium mit den anderen zwei Modi.

**[0171]** Auf der Grundlage dieser Präferenz und andernfalls unter Verwendung des oben erwähnten Lösungsansatzes einer maximalen Gleichmäßigkeit lautet die Anzahl von verschiedenen Kombinationen zwischen Modus und Medium, die eine separate Maximal-/Nominal-Ton-Speicherung benötigen, sieben. Für jede dieser sieben Kombinationen sind sechs Werte gespeichert – für insgesamt zweiundvierzig Werte (Fig. 14).

**[0172]** Die obige Offenbarung soll lediglich beispielhaft sein und den Schutzmfang der Erfindung, der durch Bezugnahme auf die angehängten Patentansprüche bestimmt werden soll, nicht einschränken.

### Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Farbkalibrieren eines inkrementalen Druckers; wobei das Verfahren für jedes der mehreren Farbmittel jeweils folgende Schritte umfasst:

Definieren zumindest eines standardmäßigen Maximaltons (21);

Einrichten eines absoluten Wahrnehmungsparameters (L\*, b\*) des zumindest einen definierten Maximaltons;

bei im wesentlichen jedem Drucker oder Druckertreiber einer Produktlinie, Speichern einer numerischen

Darstellung (62, 62') des eingerichteten absoluten Parameters zur späteren Verwendung bei Farbkorrekturberechnungen (44) für den Drucker.

2. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem: der Speicherschritt vor einem Vertrieb des jeweiligen Druckers von einem Hersteller des Druckers durchgeführt wird.

3. Das Verfahren gemäß Anspruch 2, bei dem: der Speicherschritt für einen revidierten, zweiten definierten standardmäßigen Maximalton nach dem Vertrieb erneut durchgeführt wird.

4. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem: der Definierungs-, der Einricht- und der Speicherschritt für zumindest ein nicht-chromatisches (K) Farbmittel und zumindest ein chromatisches Farbmittel (C, M, Y, c, m) in dem Drucker durchgeführt werden;

der Definierungs-, der Einricht- und der Speicherschritt für zumindest ein chromatisches Farbmittel für mehrere Kombinationen von Druckmodus und Druckmedium, der beziehungsweise das bei dem Drucker verwendet wird, durchgeführt werden; und die Definierungs- und Einrichtschritte eine oder mehrere Prozeduren umfassen, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus folgenden besteht:

Messen des absoluten Wahrnehmungsparameters für einen repräsentativen Drucker in der Produktlinie, Messen des absoluten Wahrnehmungsparameters für jeden von repräsentativen Druckern in der Produktlinie und Auswählen aus den Messungen, Messen des absoluten Wahrnehmungsparameters für jeden von repräsentativen Druckern in der Produktlinie und Kombinieren der Messungen, und Bestimmen des absoluten Wahrnehmungsparameters für Drucker, die Leistungsfähigkeitsextreme der Produktlinie darstellen; und Auswählen der numerischen Darstellung und Auswählen von Druckerbedingungen angesichts des bestimmten Parameters für die Leistungsfähigkeitsextreme, um zu gewährleisten, dass bei jedem Drucker der Produktlinie der Anwendungsschritt in der Lage sein wird, zu erzwingen, dass der Maximalton den Standardwert erreicht.

5. Ein Verfahren zum Farbkalibrieren eines inkrementalen Druckers bei einer Endbenutzereinrichtung; wobei das Verfahren für jedes von mehreren Farbmitteln in dem Drucker folgende Schritte umfasst: Drucken (54) eines Kalibrierungsmusters (21), das einen standardmäßigen Maximalton umfasst; und

Wiedergewinnen (55), von dem Drucker oder einem Druckertreiber, einer gespeicherten numerischen Darstellung (62, 62') eines absoluten Wahrnehmungsparameters (L\*, b\*) für den standardmäßigen Maximalton, und automatisches Anwenden (31, 32, 44) der gespeicherten numerischen Darstellung (62, 62') des eingerichteten absoluten Parameters zur späteren Verwendung bei Farbkorrekturberechnungen (44) für den Drucker.

cherten numerischen Darstellung bei Berechnungen für eine Farbkorrektur (33) in dem Drucker.

6. Das Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, das ferner folgenden Schritt umfasst: Durchführen der Berechnungen für eine Farbkorrektur (33) in einer Endbenutzereinrichtung.

7. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem für jedes chromatische Farbmittel: der Anwendungsschritt jeweils ein Verringern oder Erweitern (115, 115') des Druckerdynamikbereichs umfasst, um zu erzwingen, dass ein durch den Drucker gedruckter Maximalton (64, 64') mit dem definierten Standardton (62, 62') übereinstimmt.

8. Das Verfahren gemäß Anspruch 7, das bei der Endbenutzereinrichtung, jedoch vor dem Anwendungsschritt, ferner folgende Schritte umfasst: Verwenden des Druckers, um ein Exemplar (21) des Maximaltons zu drucken (55), und Messen des absoluten Wahrnehmungsparameters für das Exemplar; wobei der Anwendungsschritt ferner ein Einsetzen des gemessenen Parameters für das Exemplar als einen Auftretensfall des Maximaltons, der bei einem Nicht-Vorliegen des Verringerns oder Erweiterns gedruckt wird, umfasst; und wobei das Verringern oder Erweitern umfasst, dass der gemessene absolute Wahrnehmungsparameter für später gedruckte Auftretensfälle des Maximaltons gezwungen wird, mit dem eingerichteten absoluten Wahrnehmungsparameter für den definierten Standardton übereinzustimmen.

9. Das Verfahren gemäß Anspruch 8, bei dem: der Anwendungsschritt ferner ein Linearisieren (44) eines späteren Druckens des jeweiligen Farbmittels unter Verwendung der erzwungenen Übereinstimmung als einen Endpunkt der Linearisierung umfasst.

10. Das Verfahren gemäß Anspruch 7, bei dem das Verringern oder Erweitern folgende Schritte umfasst: frühzeitiges Abschneiden (115) einer maximalen tonalen Dichte zum Kennzeichnen von Arrays, die zu fett markieren; und Erweitern (115') der maximalen tonalen Dichte, um spät abzuschneiden, um Arrays, die zu leicht markieren, zu kennzeichnen.

11. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, ausgenommen den Fall, wenn er von Patentanspruch 5 abhängig ist, bei dem: der Definierungs-, der Einricht- und der Speicherschritt bezüglich im wesentlichen ausschließlich eines einzigen Tons für jedes Farbmittel arbeiten, gemäß einer Unterscheidung aus einem Aufzeichnen einer gesamten kolorimetrischen Kalibrierung in einem ganzen tonalen Bereich.

12. Ein inkrementaler Drucker, der in Zusammenwirkung mit einem Host-Computer zu einer Selbst-Farbkalibrierung in einer Endbenutzereinrichtung fähig ist und folgende Merkmale umfasst: einen optischen Sensor (22, 23), der Signale (24, 25) erzeugt, die für Farbrampen in einer durch den Drucker gedruckten Kalibrierungsdarstellung (21) repräsentativ sind; ein Farbkorrekturmodul (31, 32), das von dem Drucker oder einem Druckertreiber eine gespeicherte numerische Darstellung eines absoluten Wahrnehmungsparameters für einen standardmäßigen Maximalton wiedergewinnt und die wiedergewonnene Darstellung bei Farbkorrekturberechnungen für den Drucker anwendet; bei dem Farbkorrekturmodul, eine Linearisierungsunterstufe (32), die die Signale verwendet, um für jedes von mehreren Farbmitteln in dem Drucker neue Linearisierungstransferfunktionen (34) zu berechnen; einen Signalweg (55), der die neuen Transferfunktionen für eine Speicherung und zusammenwirkende Verwendung durch den Drucker (52) und den Host-Computer (41) bereitstellt, um eine Beziehung (33) zwischen Druckkopieausgabefarben und Eingangspiegeln in jeder nachfolgenden Bilddatendatei einzustellen.

13. Der Drucker gemäß Anspruch 12, der ferner folgendes Merkmal umfasst: einen Signal-Vorprozessor (26), der eine Verstärkung und einen Versatz bei den Signalen automatisch einstellt, zwischen dem Sensor und dem Farbkorrekturmodul.

14. Der Drucker gemäß Anspruch 12 oder 13, bei dem: das Farbkorrekturmodul eine Schaltungsanordnung (31) aufweist, die die Signale in Wahrnehmungsparameter ( $L^*$ ,  $b^*$ ) zur Verwendung bei der Linearisierungsunterstufe (32) umwandelt; und die Schaltungsanordnung eine Einrichtung zum Übersetzen von Ablesewerten für eine gelbe Y-Rampe in eine Gelb-Blau-Chromfinanz  $b^*$ , und für alle anderen Rampen in eine Luminosität  $L^*$  umfasst; und die Schaltungsanordnung in Verarbeitungsrichtung vor einem Druckmaskieren (47) ferner eine Einrichtung zum derartigen Einstellen der minimalen Luminosität (64, 64'), die der Drucker abilden kann, aufweist, um die gespeicherte numerische Darstellung (62, 62') anzupassen.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

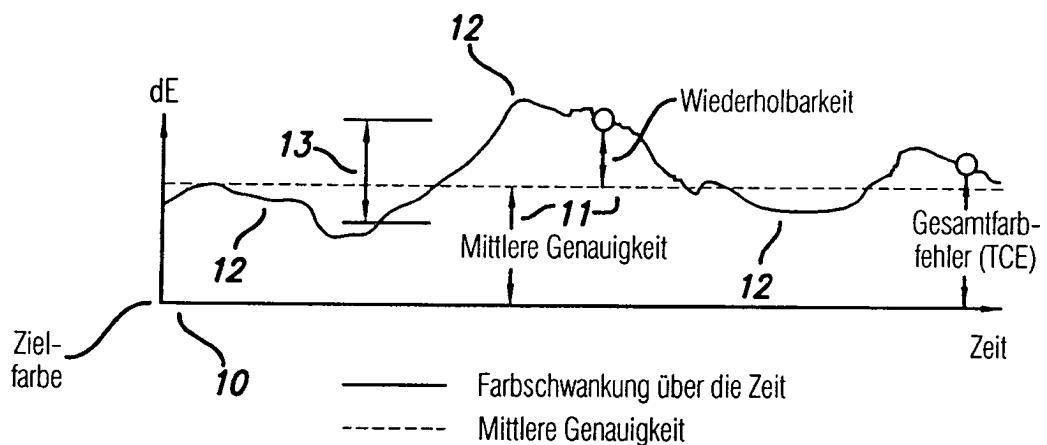


FIG. 1

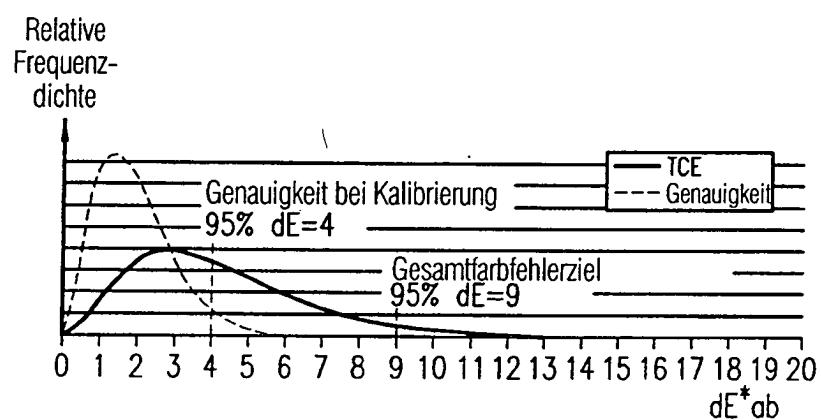
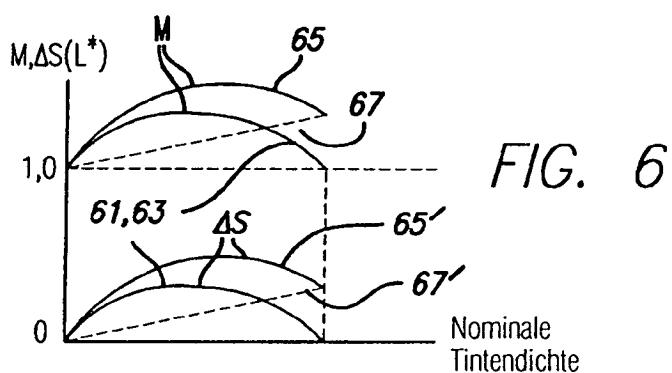
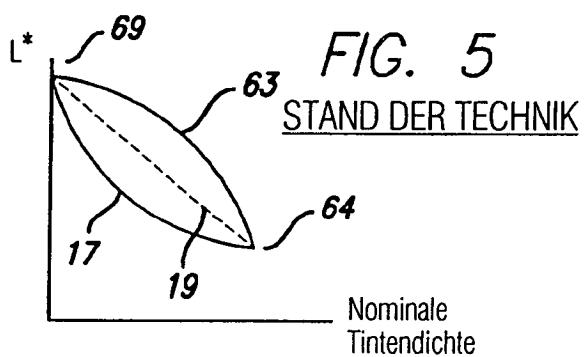
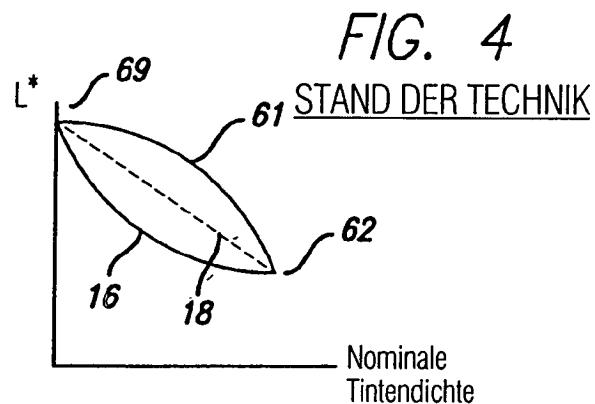
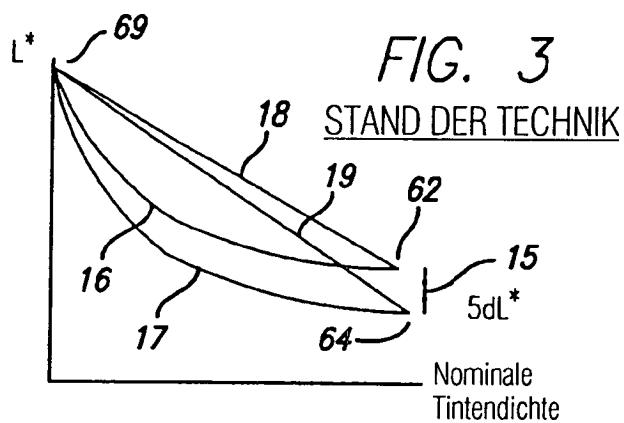
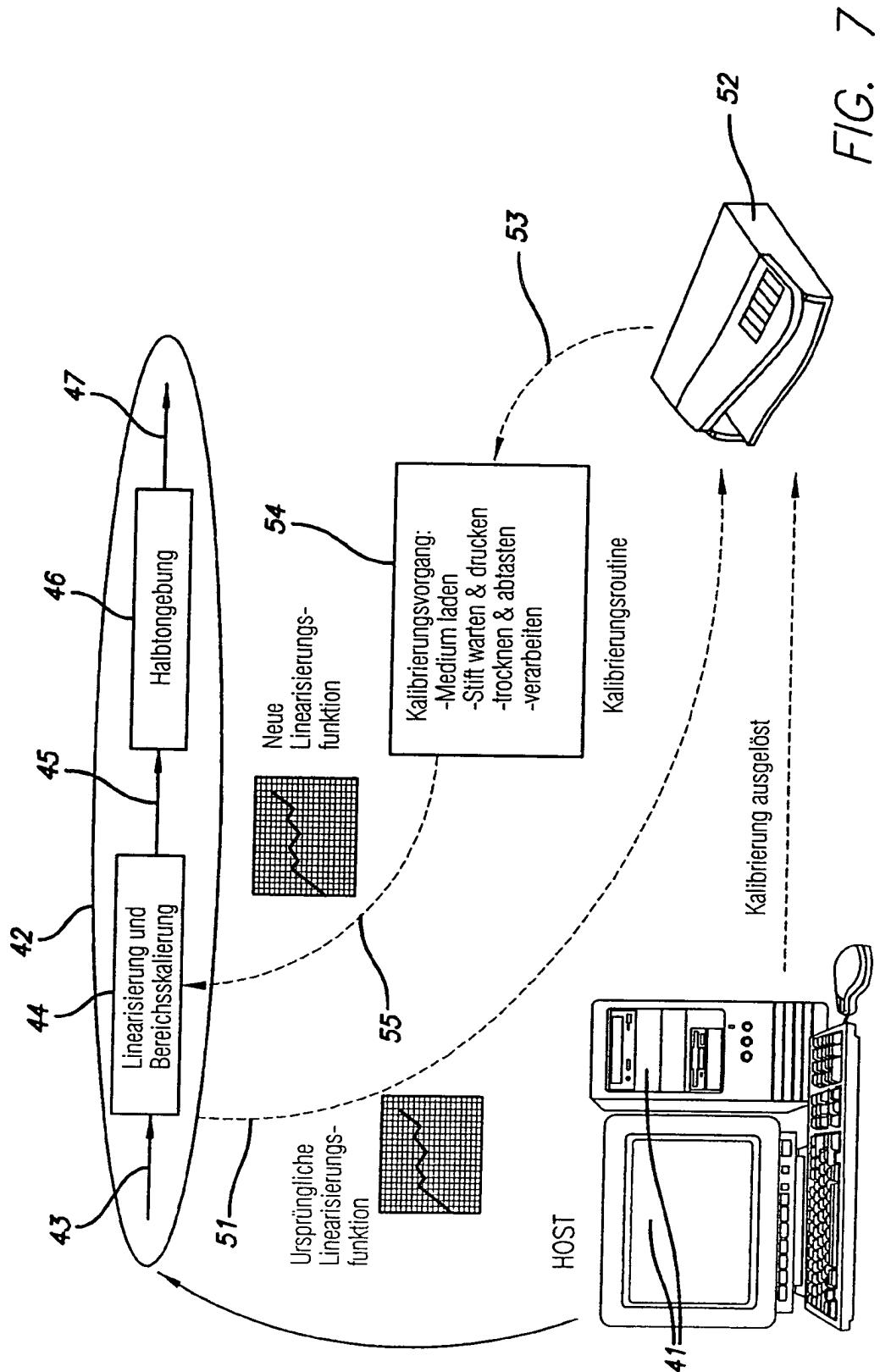


FIG. 2





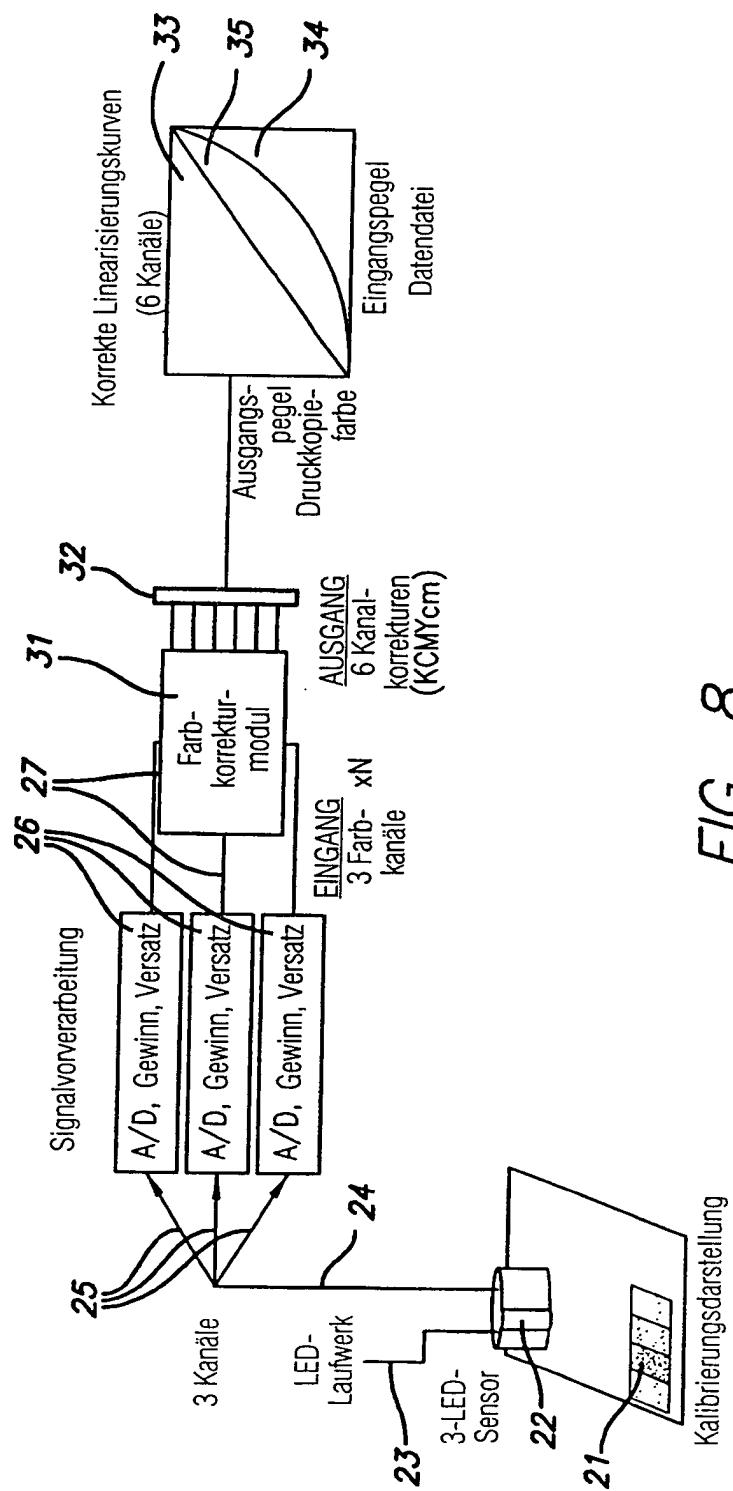


FIG. 8

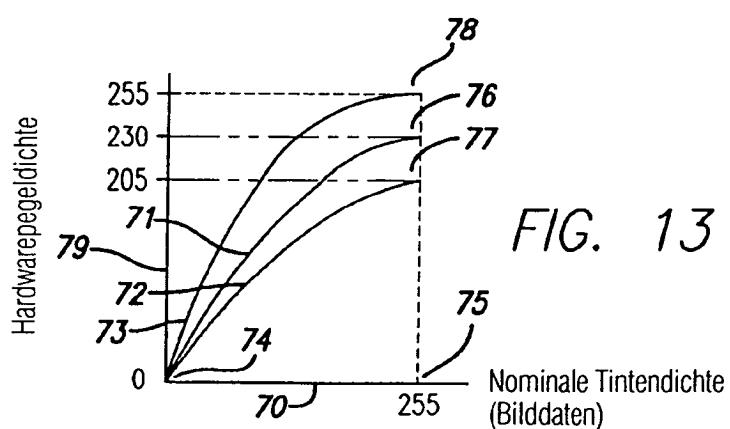
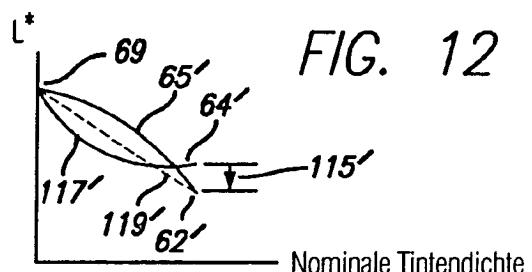
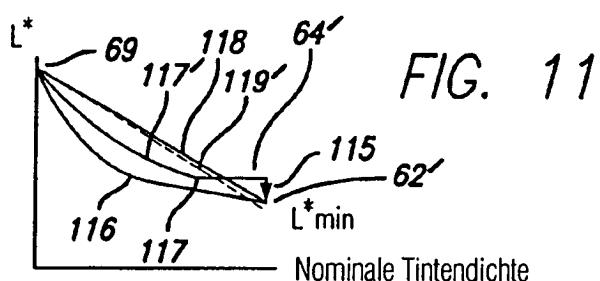
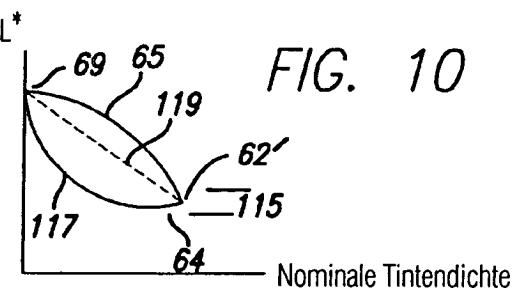
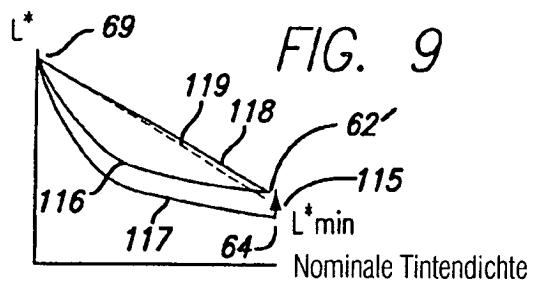


FIG. 14

Druck- medium	Modus (Durchläufe)	L*			b*	
		K	C	M	c	m
beschichtet		0.224	0.538	0.483	1.064	0.770
glänzend		0.101	0.562	0.508	1.157	0.759
schwer beschichtet	4, 8 oder 12	0.233	0.561	0.465	1.064	0.762
Halbglanz Nr. 1		0.145	0.563	0.472	1.124	0.763
Halbglanz Nr. 2		0.063	0.535	0.481	1.124	0.753
Photo	4 oder 8	0.055	0.552	0.484	1.126	0.749
	12	0.002	0.433	0.401	1.116	0.667
						0.609