



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 60 2004 001 783 T2 2007.08.09

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 631 802 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 60 2004 001 783.3

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US2004/019078

(96) Europäisches Aktenzeichen: 04 755 321.9

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2004/111587

(86) PCT-Anmeldetag: 10.06.2004

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 23.12.2004

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 08.03.2006

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 02.08.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 09.08.2007

(51) Int Cl.⁸: G01J 3/46 (2006.01)

G01N 21/25 (2006.01)

C09D 7/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

459202 11.06.2003 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, TR

(73) Patentinhaber:

E.I. DuPont de Nemours and Co., Wilmington, Del.,
US

(72) Erfinder:

JOHANSSON, Uwe, 40699 Erkrath, DE; KETTLER,
Wilhelm, 42105 Wuppertal, DE

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: REZEPTBERECHNUNGSVERFAHREN FÜR MATTFARBSCHATTIERUNGEN

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 eingereicht, 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] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Farbrezept-Berechnungsverfahren für matte Farbschattierungen. Das Verfahren wird in der Branche der farbgebenden Oberflächenbeschichtung, zum Beispiel in der Fahrzeug- und industriellen Beschichtungsbranche angewendet, insbesondere zur Abstimmung von matten, pigmentierten Festkörper- bzw. Feststoff-Farbstandards.

BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

[0002] Die Abstimmung von Farbschattierungen unbekannter Pigmentierung kann als ein erhebliches Problem für alle farblichen Anwendungen in einem Beschichtungsunternehmen betrachtet werden. Insbesondere in der Fahrzeugbeschichtungsbranche hat das Sortiment an Pigmenten in den letzten Jahren eine ständige Erweiterung erfahren. Angesichts dieser Entwicklung ist die Implementierung von Methoden zur Verringerung des Aufwandes bei der Abstimmung von Farbschattierungen von großer wirtschaftlicher Bedeutung.

[0003] Die effiziente Abstimmung von Farbschattierungen unbekannter Pigmentierung im Farblabor wird nunmehr durch computergestützte Farbrezept-Berechnungsverfahren unterstützt. Farbrezeptberechnung ist ein Werkzeug zur Pigmentierungsanalyse für Farbschattierungen, das von der Reflexionsspektroskopie im sichtbaren Bereich des Spektrums Gebrauch macht und ein geeignetes Strahlungstransportmodell nutzt, um die Lichtdiffusion in partikelförmigen Medien und somit das instrumentell erfaßbare Reflexionsspektrum zu beschreiben. Oft wird für lichtundurchlässig pigmentierte Feststoff Farbsysteme die Schuster-Kubelka-Munk-Theorie verwendet. Die Berechnung von Farbrezepten geht im allgemeinen mit der Bezugnahme auf Pigment-Datenbanken einher, die Einzelheiten über alle in verfügbaren Farbstoffsystmen enthaltenen Pigmente mit zugeordneten Reflexionsdaten und optischen Materialparametern speichern. Wenn Farbkorrekturrezepte berechnet werden, kann auch auf Farbrezept-Datenbanken Bezug genommen werden. Beispiele für solche Verfahren sind in US 3 916 168A, US 5 929 998A und US 6 064 487A zu finden.

[0004] Außer glänzenden Farbschattierungen werden bei der farbgebenden Oberflächenbeschichtung oft auch matte Farbschattierungen verwendet. Es sind nur wenige unterschiedliche Verfahren zur Steuerung des Glanzgrades von Oberflächenbeschichtungen bekannt. Es ist möglich, eine pigmentierte Oberflächenbeschichtung zu mattieren oder eine glänzende pigmentierte Oberflächenbeschichtung mit einer matten Klarlackschicht zu überziehen. Das Hinzufügen eines Mattierungsmittels zu einer Anstrichformulierung wird meistens verwendet, um den erwünschten Grad an Oberflächenstruktur in ein polymeres Material einzubringen. Diese Mattierungsmittel sind im Einbettungsmedium homogen dispergiert; der Mattierungseffekt wird durch eine gewisse Mikro-Heterogenität innerhalb der Schicht erreicht, die eine Zunahme der diffusen Lichtstreuung von der Probenoberfläche hervorruft. Unterschiedliche anorganische Verbindungen wie Kieselgel, Kaolin, Bentonit oder andere werden als Mattierungsmittel verwendet. Beispiele für solche Verfahren sind in WO-A-02 11993 und US 2 838 413A zu finden.

[0005] Da die Bestimmung optischer Materialparameter eine zeit- und kostenaufwendige Prozedur ist, erscheint es vorteilhaft, Farbschattierungen unterschiedlicher Oberflächentexturen (glänzend, halbmatt, matt) unter Verwendung eines gemeinsamen Farbstoffsystms zu formulieren. Bei einer solchen Herangehensweise wird implizit angenommen, daß sich die für glänzende Farbstoffe bestimmten Charakterisierungsdaten nicht sehr stark ändern, wenn eine gewisse Oberflächentextur in das System eingebracht wird, und daß der resultierende Fehler bei der Rezeptberechnung durch einen oder höchstens zwei zusätzliche Korrekturschritte kompensiert werden kann. Der Zeitaufwand für die zusätzlichen Korrekturschritte scheint akzeptabel zu sein, verglichen mit dem Aufwand zur Bestimmung optischer Materialparameter für mehrere Farbstoffsystme, die sich nur durch den Grad der Oberflächentextur unterscheiden. Mit nur einem Farbstoffsystem zu arbeiten, bietet abendrein den Vorteil von weniger Lagerartikeln.

[0006] Jedoch ist die Verringerung der Abtönungsschritte bei der Farbenentwicklung eine andauernde Aufgabe.

[0007] Bisher sind keine Rezept-Berechnungsverfahren bekannt geworden, die auf Farbpigment- oder Farbrezept-Datenbanken für glänzende Farbschattierungen Bezug nehmen und die es erlauben, ohne zusätzliche Abtönungsschritte nach sich zu ziehen, daß matte Farbproben mit akzeptabler Qualität abgestimmt werden.

[0008] Es gibt demzufolge einen Bedarf an einem Farbrezept-Berechnungsverfahren für matte Farbproben, das es ermöglicht, auf der Grundlage eines Farbstoffsystms zur Erzeugung von glänzenden Farbschattierungen akzeptable Ergebnisse zu erhalten, ohne zusätzliche Abtönungsschritte nach sich zu ziehen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Die vorliegende Erfindung stellt ein Farbrezept-Berechnungsverfahren für matte Feststoff-Farbschattierungen bereit, mit dem es möglich ist, den Anteil von Mattierungsmitteln in einem Farbrezept auf eine Weise zu bestimmen, die von der tatsächlichen Berechnung des Rezepts abgekoppelt ist.

[0010] Die vorliegende Erfindung betrifft demgemäß ein Farbrezept-Berechnungsverfahren für matte Feststoff-Farbstandards mit den folgenden Schritten:

- A) Erfassen des Reflexionsspektrums eines matten Feststoff-Farbstandards unter Verwendung einer der folgenden Meßgeometrien:
 - Aa) $45^\circ/\varepsilon^\circ$ -Geometrie mit $\varepsilon \geq 45^\circ$,
 - Ab) $d/8^\circ$ -Geometrie mit eingeschlossenem gerichteten Anteil und berechneter Korrektur des gerichteten Anteils,
 und optionales Bestimmen der aus dem Reflexionsspektrum abgeleiteten kolorimetrischen Positionen (L^* , a^* , b^*),
- B1) Abstimmen des experimentell bestimmten Reflexionsspektrums, das optional für den gerichteten Anteil korrigiert worden ist, unter Verwendung von in einer Pigment-Datenbank gespeicherten optischen Materialparametern der Pigmente des verfügbaren Farbstoffsystems zur Erzeugung von Glanzfarbschattierungen, wobei ein Farbrezept gewonnen wird, das den Charakter der farbgebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt; oder
- B2) Vergleichen des experimentell bestimmten Reflexionsspektrums oder der daraus abgeleiteten kolorimetrischen Positionen mit den in einer Farbrezept-Datenbank für Glanzfarbschattierungen mit ihren zugeordneten Reflexionsspektren oder den daraus abgeleiteten kolorimetrischen Positionen gespeicherten Farbrezepten und Herausfinden eines Farbrezepts aus der Farbrezept-Datenbank, das den Charakter der farbgebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt und das dem Farbstandard am nächsten kommt;
- C) optionales Korrigieren des in B1) oder B2) gewonnenen Farbrezepts und Anpassen der mit dem gewonnenen Farbrezept erzeugten tatsächlichen Farbschattierung an die erwünschte Farbschattierung des Farbstandards;
- D) Messen des Glanzgrades des matten Feststoff-Farbstandards mit einem für Glanzmessungen üblichen Reflektometer unter einem oder mehreren Glanzwinkeln;
- E) Bestimmen der Mattierungsmittelmenge entsprechend dem gemessenen Glanzgrad im Matt-Farbstandard mit Unterstützung vorher erzeugter Kalibrierungskurven, die in einer Datenbank für das verfügbare Farbstoffsysteem gespeichert sind, wobei diese Kurven den unter einem oder mehreren Glanzwinkeln gemessenen Glanzgrad als eine Funktion der Mattierungsmittelmenge in einem Farbrezept darstellen; und
- F) Gewinnen eines Farbrezepts, das mit dem Matt-Farbstandard übereinstimmt, wobei dieses Rezept zusätzlich zu dem unter B1) oder B2) gewonnenen Farbrezept die Mattierungsmittelmenge enthält.

[0011] Alternativ betrifft die vorliegende Erfindung ein Farbrezept-Berechnungsverfahren für matte Feststoff-Farbstandards mit den folgenden Schritten:

- A) Erfassen des Reflexionsspektrums eines matten Feststoff-Farbstandards unter Verwendung der folgenden Meßgeometrie:
 - Ac) $d/8^\circ$ -Geometrie mit eingeschlossenem gerichtetem Anteil und mit ausgeschlossenem gerichtetem Anteil und optionales Bestimmen der aus dem Reflexionsspektrum abgeleiteten kolorimetrischen Positionen (L^* , a^* , b^*),
- B1) Abstimmen des experimentell bestimmten Reflexionsspektrums mit eingeschlossenem gerichtetem Anteil, das für den gerichteten Anteil korrigiert worden ist, unter Verwendung von in einer Pigment-Datenbank gespeicherten optischen Materialparametern der Pigmente des verfügbaren Farbstoffsystems zur Erzeugung von Glanzfarbschattierungen, wobei ein Farbrezept gewonnen wird, das den Charakter der farbgebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt; oder
- B2) Vergleichen des experimentell bestimmten Reflexionsspektrums mit eingeschlossenem gerichtetem Anteil, das für den gerichteten Anteil korrigiert worden ist, oder der daraus abgeleiteten kolorimetrischen Positionen mit den in einer Farbrezept-Datenbank für Glanzfarbschattierungen mit ihren zugeordneten Reflexionsspektren oder den daraus abgeleiteten kolorimetrischen Positionen gespeicherten Farbrezepten und Herausfinden eines Farbrezepts aus der Farbrezept-Datenbank, das den Charakter der farbgebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt und das dem Farbstandard am nächsten kommt;
- C) optionales Korrigieren des in B1) oder B2) gewonnenen Farbrezepts und Anpassen der mit dem gewonnenen Farbrezept produzierten tatsächlichen Farbschattierung an die erwünschte Farbschattierung des Farbstandards;
- D1) Erfassen des Differenz-Reflexionsspektrums zwischen dem Reflexionsspektrum mit eingeschlossenem gerichtetem Anteil und dem Reflexionsspektrum mit ausgeschlossenem gerichtetem Anteil;

- E1) Bestimmen der Mattierungsmittelmenge entsprechend dem Differenz-Reflexionsspektrum mit Unterstützung vorher erzeugter Kalibrierungskurven, die in einer Datenbank für das verfügbare Farbstoffsyste gespeichert sind, wobei diese Kurven die funktionale Beziehung zwischen Differenz-Reflexionsspektrum und der Mattierungsmittelmenge in einem Farbrezept darstellen; und
- F) Gewinnen eines Farbrezepts, das mit dem Matt-Farbstandard übereinstimmt, wobei dieses Rezept die Mattierungsmittelmenge zusätzlich zu dem unter B1) oder B2) gewonnenen Farbrezept enthält.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- [0012] [Fig. 1](#): Definition von Meßgeometrien, die in Goniospektrophotometern realisiert werden
- [0013] [Fig. 2](#): Standardmäßige 45°/0°- bzw. 0°/45°-Meßgeometrien, die durch technische Standards (wie zum Beispiel DIN 5033) zur Verwendung für glänzende und matte Feststoff-Farbschattierungen empfohlen werden
- [0014] [Fig. 3](#): Standardmäßige d/8°- bzw. 8°/d-Meßgeometrien, die durch technische Standards (wie zum Beispiel DIN 5033) zur Verwendung für glänzende und matte Feststoff-Farbschattierungen empfohlen werden
- [0015] [Fig. 4](#): Meßgeometrie α/β oder β/α, die für glänzende goniochromatische Farbschattierungen geeignet ist (noch nicht standardisiert, aber in industriellen Anwendungen etabliert)
- [0016] [Fig. 5](#): Prozedur "Rezeptberechnung von matten Feststofffarben"
- [0017] [Fig. 6](#): Änderung des Oberflächenglanzes nach DIN 67530 für ein typisches Lösemittellackmischungssystem bei drei unterschiedlichen Winkeln und für mehrere chromatische und achromatische Proben mit Mattierungsmittelgehalt zusammen mit den an die experimentellen Daten angepaßten Modellfunktionen
- [0018] [Fig. 7](#): Experimentelle Reflektivitätsfunktionen von zwei halbmatten RAL-Farben 2011 und 6016 innerhalb des sichtbaren Spektrums
- [0019] [Fig. 8](#): Differenzspektren, $\Delta R = R(\text{SPIN}) - R(\text{SPEX})$, wie sie durch ein mit einer d/8°-Meßgeometrie ausgestattetes Spektrophotometer aufgezeichnet wurden, zur Auswahl von Feststofffarben als Funktion des Mattierungsmittelgehalts c_{MA}
- AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN
- [0020] Es wurde festgestellt, daß beim Vergleich einer glänzenden Farbschattierung mit einer matten Farbschattierung die beiden Farbschattierungen instrumentell, zum Beispiel mittels eines Goniospektrophotometers, nur mit Schwierigkeiten unterschieden werden können, wenn die 45°/45°-Meßgeometrie verwendet wird. Das bedeutet, daß für diese Meßgeometrie der Einfluß der Oberfläche (Glanz, Grad der Oberflächenrauhigkeit) auf die Reflexionswerte und die daraus abgeleiteten Farbpositionen fast vernachlässigbar ist, und daß der Mattierungsmittelgehalt dementsprechend in einer von der eigentlichen Berechnung des Rezepts abgekoppelten Weise bestimmt werden kann.
- [0021] Ein entscheidender Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht demgemäß dann, daß für abgestufte Grade des Glanzes oder der Mattierung nur ein Datensatz von optischen Materialparametern oder von Farbrezepten benötigt wird, nämlich der für die glänzende Beschichtung.
- [0022] Die einzelnen Schritte des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung werden nachstehend ausführlicher beschrieben.
- [0023] Der Ausgangspunkt ist ein matter Feststoff-Farbstandard, der abgestimmt werden soll oder für dessen Abstimmung ein geeignetes Farbrezept entwickelt werden soll.
- [0024] Zuerst wird gemäß Schritt A) des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung das Reflexionsspektrum des matten Farbstandards über einen definierten Wellenlängenbereich aufgenommen. Das Reflexionsspektrum wird vorzugsweise über einen Wellenlängenbereich von 400-700 nm aufgenommen. Zu diesem Zweck wird eine der oben erwähnten Meßgeometrien Aa) oder Ab) verwendet.
- [0025] Die Meßgeometrie nach Aa) kann folgendermaßen unterteilt werden:

1. $45^\circ/\varepsilon$, wobei $\varepsilon \geq 45^\circ$, winkelabhängige Messung mit einem Goniospektrophotometer, und
2. $45^\circ/\varepsilon$; wobei $\varepsilon = 45^\circ$, winkelunabhängige Messung mit einem Spektrophotometer.

[0026] Der Winkel ε ist der effektive Winkel, der sich auf den Beobachtungswinkel bezieht und gleich der Summe aus dem Einfallswinkel und dem Beobachtungswinkel ist. Die Definitionen der entsprechenden Meßgeometrien und Winkel sind dem Fachmann bekannt. Der Klarheit halber werden die folgenden

Definitionen nachstehend kurz skizziert:

DEFINITION VON MESSGEOMETRIEN

[0027] [Fig. 1](#) stellt die Konvention bezüglich der Definitionen der Winkel dar, die in handelsüblichen Farbmeßsystemen realisiert werden.

[0028] Der (positive) Winkel (α) wird zwischen der Oberflächen-Normalen und dem von der Lichtquelle ausgehenden Lichtstrahl gemessen. Der zweite, nämlich der Spiegel(oberflächen)-Reflexionswinkel (β) ist gleich dem Beleuchtungswinkel, aber auf der anderen Seite der Oberflächen-Normalen gelegen (Einfallswinkel = Reflexionswinkel). Der dritte, nämlich der Beobachtungswinkel (γ) wird von der Oberflächen-Normalen gemessen, und zwar mit positivem Vorzeichen, wenn Beleuchtung und Beobachtung auf der gleichen Seite erfolgen, und andernfalls mit negativem Vorzeichen. Der effektive Winkel (ε) bezieht sich auf den Spiegelungsstrahl und ist daher gleich der Summe aus dem Beleuchtungs- und dem Beobachtungswinkel, das heißt $\varepsilon = \alpha + \gamma$. Es ist allgemein üblich, die in [Fig. 1](#) dargestellte Meßgeometrie als $45^\circ/\beta$ -Geometrie zu bezeichnen.

[0029] Die Meßgeometrie gemäß Aa) 1. beruht auf kollimierter Beleuchtung bei 45° (Einfallswinkel) und gerichteter Beobachtung aus veränderlichen Beobachtungswinkeln, wobei $\varepsilon \geq 45^\circ$. Herkömmliche Winkel ε , bei denen Goniospektrophotometer-Messungen durchgeführt werden können und die der genannten Bedingung entsprechen, sind zum Beispiel $45^\circ, 75^\circ, 110^\circ$.

[0030] Die Meßgeometrie gemäß Aa) 2. beruht auf kollimierter Beleuchtung bei 45° (Einfallswinkel) und gerichteter Beobachtung unter einem Beobachtungswinkel von 0° . In diesem Fall entspricht die $45^\circ/0^\circ$ -Meßgeometrie am Spektrophotometer der $45^\circ/45^\circ$ -Meßgeometrie am Goniospektrophotometer und wird im vorliegenden Dokument ebenfalls als $45^\circ/45^\circ$ -Geometrie bezeichnet, um eine einheitliche Definition zu ermöglichen.

[0031] Die Meßgeometrie gemäß Ab) beruht auf diffuser Beleuchtung (mit Hilfe einer Ulbricht-Kugel) und gerichteter Beobachtung aus einem Winkel von 8° in bezug auf die Proben-Normale ($d/8^\circ$). Im vorliegenden Fall der matten Farbprobe wird die Messung unter Einbeziehung des gerichteten Anteils durchgeführt, und der gerichtete Anteil wird durch Berechnung berücksichtigt. Die Spektren, aus denen der gerichtete Anteil eliminiert worden ist, können dann wie üblich mit dem Datensatz von optischen Materialparametern formuliert werden, die für einen Satz Glanzkalibrierungstafeln bestimmt wurden.

[0032] Die oben erwähnten Meßgeometrien sind in der Fachliteratur erschöpfend beschrieben, sie sind dem Fachmann auf dem Gebiet der Farbmessung vertraut, und sie sind in bekannten herkömmlichen Instrumenten implementiert.

[0033] Die Meßgeometrien bzw. -instrumente können hierbei mit Beleuchtungsmodulation oder mit Beobachtungsmodulation (Wechsel zwischen Beleuchtungs- und der Beobachtungskomponente, das heißt Umkehr des Strahlengangs) verwendet werden.

[0034] Die Meßgeometrien nach Aa) 2. und Ab) sind außerdem zum Beispiel im Standard DIN 5033 festgelegt. Die Meßgeometrien Aa) 1., Aa) 2. und Ab) sind in [Fig. 2](#)-[Fig. 4](#) dargestellt.

[0035] Wenn für die weitere Verarbeitung erforderlich, können die kolorimetrischen Positionen (L^*, a^*, b^*) auf herkömmliche, dem Fachmann auf dem Gebiet der Farbmessung bekannte Weise auf der Grundlage des in Schritt A) experimentell bestimmten Reflexionsspektrums des matten Farbstandards bestimmt werden.

[0036] Abhängig davon, auf welche anfängliche Datenbank zugegriffen wird, schließt Schritt \$) des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung folgende Alternativen ein:

- B1) Abstimmen des gemessenen Reflexionsspektrums des Farbstandards, das optional für den Oberflächenglanz korrigiert worden ist, um somit ein Farbrezept zu gewinnen, das den Charakter der zu verwendenden fargebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt; oder

B2) Vergleichen des gemessenen Reflexionsspektrums des Farbstandards mit den in einer Farbrezept-Datenbank für Glanzfarbschattierungen mit ihren zugeordneten Reflexionsspektren gespeicherten Farbrezepten und Herausfinden eines Farbrezepts aus der Farbrezept-Datenbank, das den Charakter der farbgebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt und das dem Farbstandard am nächsten kommt.

[0037] Schritt B1) oder B) des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung läuft gemäß dem Stand der Technik unter Verwendung diskreter Farbpigment-Datenbanken oder Farbrezept-Datenbanken ab, die die erforderlichen optischen Materialparameter enthalten. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, daß es möglich ist, auf Farbstoffsysteme oder Farbrezepte zuzugreifen, wie sie zur Herstellung von Glanzfarbproben verwendet werden.

[0038] Die optischen Materialparameter beschreiben die Eigenschaften der Farbpigmente, wenn sie in dem jeweiligen Bindemittelsystem dispergiert sind. Die Parameter sind pigmentsspezifisch und wellenlängenabhängig und müssen für jede erwünschte Wellenlänge mittels eines Satzes geeigneter Kalibrierungstafeln bestimmt werden. Zu diesem Zweck wird für jedes Farbpigment ein spezifischer Satz von lichtundurchlässigen Kalibrierungstafeln hergestellt, und die Reflexionsspektren werden in der erwünschten Beleuchtungs- und Beobachtungsgeometrie gemessen. Die optischen Materialparameter werden durch Anpassen der Strahlungstransportgleichung an die experimentell für jedes Pigment bestimmten Reflexionsfaktoren bestimmt. Im Fall der vorliegenden Feststoff-Farbpigmente ist die bekannte Schuster-Kubelka-Munk-Näherung der Strahlungstransportgleichung hinreichend. Unter Verwendung dieser Näherung ist es möglich, eine einfache Beziehung zwischen der Reflexion R einer lichtundurchlässigen Oberflächenbeschichtung und der Streuung (S) und den Absorptionseigenschaften (K) der in der Beschichtung enthaltenen Farbpigmente abzuleiten. Die Streuungs- und Absorptionskoeffizienten werden hier durch Addieren der für die jeweilige Konzentration gewichteten einzelnen Beiträge gewonnen, die von den verschiedenen unterschiedlichen Farbpigmenten beigesteuert werden. Nach Schritt B1) oder B2) ist es optional zusätzlich möglich, das erzeugte oder herausgefundene Farbrezept bei Bedarf zu korrigieren und die mit dem erzeugten oder herausgefundenen Farbrezept erzeugte Farbschattierung an die erwünschte Schattierung des Farbstandards anzupassen (Schritt C).

[0039] In Schritt D) des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Glanzgrad nach dem Standard für matte Einfachfarben mit einem für Glanzmessungen üblichen Reflektometer unter einem oder mehreren Glanzwinkeln gemessen, zum Beispiel bei 20°, 60° oder 85°. Einzelheiten der Meß- und Bewertungsprozeduren sind in nationalen und internationalen Standards prägnant beschrieben (EN ISO 2813, ASTM D523, ASTM D5307, DIN 67530).

[0040] In Schritt E) wird die Mattierungsmittelmenge entsprechend dem gemessenen Glanzgrad im Matt-Farbstandard mit der Unterstützung vorher erzeugter Kalibrierungskurven für das verfügbare Farbstoffsysteem bestimmt. Die Kalibrierungskurven wurden erzeugt, indem vorher der Glanzgrad von Kalibrierungsreihen mit unterschiedlichen Mengen von Mattierungsmitteln unter einem oder mehreren Glanzwinkeln gemessen und der Glanzgrad als eine Funktion der Mattierungsmittelkonzentration dargestellt wurde.

[0041] Sollten im verfügbaren Farbstoffsysteem verschiedene Mattierungsmittel verwendet werden, müssen für jedes Mattierungsmittel entsprechende Kalibrierungskurven erzeugt werden.

[0042] Im Ergebnis (Schritt F)) wird schließlich ein Farbrezept gewonnen, das zusätzlich zu dem in B1) oder B2) gewonnenen Farbrezept die Mattierungsmittelmenge enthält. Das in B1) oder B2) gewonnenen Farbrezept und die bestimmte Mattierungsmittelmenge können hier getrennt ausgegeben werden, oder die bestimmte Mattierungsmittelmenge wird in geeigneter Weise direkt in das vorher bestimmte Farbrezept übernommen.

[0043] Offensichtlich ist bei der Durchführung der Schritte A) bis F) des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung die dargelegte Reihenfolge nicht zwingend. Zum Beispiel ist es dementsprechend möglich, zuerst die Schritte D) und E) (Bestimmung des Glanzgrades und der Mattierungsmittelkonzentration) durchzuführen und nachfolgend die Reflexion zu messen und die Farbrezepte zu bestimmen (Schritte A) bis C)). Außerdem muß eine optional erforderliche Korrektur der mit dem bestimmten Farbrezept (Schritt C) erzeugten Farbschattierung nicht durchgeführt werden, bevor das vollständige Farbrezept einschließlich des Mattierungsmittelgehalts gewonnen worden ist. Ebenso ist offensichtlich, daß der gewonnene Glanz- bzw. Mattierungsgrad, falls erforderlich, auch durch Anpassung der Mattierungsmittelkonzentration korrigiert werden kann.

[0044] [Fig. 5](#) ist ein Ablaufplan, der die relevanten Schritte in einem Prozeß unter Verwendung der Erfindung zur Abstimmung von matten Feststofffarben für den Fall der Verwendung einer Meßgeometrie mit einem kollimierten Strahlengang zeigt. Im ersten Schritt werden die Reflektivitätseigenschaften des abzustimmenden

Standards mittels eines Spektrophotometers gemessen. Außerdem wird der Glanzgrad unter Verwendung eines handelsüblichen Glanzmeßgeräts charakterisiert. Im folgenden Schritt wird unter Verwendung des Farbstoffsortiments der erwünschten Anstrichqualität und des entsprechenden Satzes von optischen Materialparametern, die aus einem geeigneten Strahlungstransportmodell abgeleitet wurden, und der Menge an Mattierungsmittel, die aus den Glanz-Kalibrierungskurven erzeugt wurde, das Reflektivitätsspektrum oder die Farbposition des Standards abgestimmt. Dieser Farbabstimmungsschritt kann interaktiv durchgeführt werden, wobei der Benutzer die Pigmentierung definiert und der Abstimmungsalgorithmus die entsprechenden optimalen Mengen bestimmt, oder automatisch mittels einer kombinatorischen Prozedur mit geeigneten Steuerungsstrukturen. Danach wird das berechnete Rezept gemischt und aufgesprührt. Die optischen Eigenschaften (Reflexionsgrad, Glanz) der getrockneten Tafel werden gemessen und die spektralen und/oder Farbpositionsergebnisse mit den entsprechenden Daten des Standards verglichen. Wenn der verbleibende Farbunterschied oder der Glanz der Probe nicht die Festlegungen erfüllt, müssen die erforderlichen Korrekturen an den farbgebenden Bestandteilen und am Mattierungsmittel angewendet werden. Das korrigierte Rezept wird erneut gemischt, aufgesprührt und mit dem Standard verglichen. Der Prozeß wird beendet, wenn alle Festlegungen erfüllt sind oder die instrumentellen Möglichkeiten ausgeschöpft sind.

[0045] Gemäß dem oben beschriebenen alternativen Farbrezept-Berechnungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung wird in Schritt A) ein mit einer $d/8^\circ$ -Meßgeometrie ausgestattetes Spektrophotometer verwendet, wobei die Beobachtungskomponente einmal eingeschlossen und einmal ausgeschlossen wird.

[0046] Die $d/8^\circ$ -Meßgeometrie bietet allgemein die Option, Messungen mit eingeschlossenem (SPIN) oder ausgeschlossenem (SPEX) gerichtet reflektiertem Anteil durchzuführen. Im Fall von glänzenden Proben hängt die Differenz zwischen beiden Spektren $\Delta R = R(\text{SPIN}) - R(\text{SPEX})$ ausschließlich vom Brechungsindex n des Einbettungsmittels ab. Mit zunehmendem Grad der Oberflächenrauhigkeit sinkt diese Differenz für ideal matte Proben allmählich auf null ab. Somit ist dieses Differenzspektrum ΔR ein Maß des Grades der Oberflächenrauhigkeit. Die funktionale Beziehung zwischen dem Differenzspektrum ΔR und der Mattierungsmittelkonzentration c_{MA} kann mittels eines Satzes von Kalibrierungstafeln kalibriert werden, die den möglichen Bereich der Oberflächenrauhigkeit für ein gegebenes Anstrichsystem abdecken. Um eindeutige Ergebnisse zu liefern, muß diese Funktion bei steigendem Mattierungsmittelgehalt monoton fallen. Sobald diese Funktion $\Delta R = f(c_{\text{MA}})$ verfügbar ist, kann sie verwendet werden, um den Mattierungsmittelgehalt aus dem Differenzspektrum ΔR einer abzustimmenden Probe zu bestimmen.

[0047] [Fig. 8](#) zeigt beispielhaft Kalibrierungskurven, die für eine Auswahl von verschiedenen Feststofffarben eines herkömmlichen industriellen Lösemittelanstrichsystems als eine Funktion des Mattierungsmittelgehalts c_{MA} gewonnen wurden. Die dargestellten experimentellen Daten stellen über die Wellenlängen gemittelte Mengen dar. Grundsätzlich nehmen die $\Delta R(\lambda)$ -Funktionen mit zunehmender Wellenlänge leicht ab, und zwar um etwa 5% zwischen 400 und 700 nm. Eine genaue Betrachtung von [Fig. 8](#) bringt zutage, daß die funktionale Beziehung $\Delta R(c_{\text{MA}})$ mit steigender Mattierungsmittelkonzentration monoton fällt und eindeutig umgekehrt werden kann. Nur der Konzentrationsbereich von $20\% \leq c_{\text{MA}} \leq 65\%$ ist für diesen Zweck hinreichend empfindlich, während ober- und unterhalb dieses Intervalls der Anstieg der Kurve $\Delta R(c_{\text{MA}})$ gegen null geht. Jedoch ist auch nur dieser Konzentrationsbereich für praktische Anwendungen wichtig. Gemäß [Fig. 8](#) beträgt die mittlere Unsicherheit bei der Bestimmung des Mattierungsmittelgehalts $\pm 3\%$. Die in [Fig. 8](#) dargestellten Kurven stellen das Profil des jeweils für die Messungen verwendeten Instruments dar und können für andere Spektrophotometer anders aussehen.

[0048] Dementsprechend erfordert es das oben beschriebene alternative Farbrezept-Berechnungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung in Schritt D1), das Differenz-Reflexionsspektrum zwischen dem Reflexionspektrum mit eingeschlossenem gerichtetem Anteil und dem Reflexionsspektrum mit ausgeschlossenem gerichtetem Anteil zu erfassen, und in Schritt E1), die Mattierungsmittelmenge entsprechend dem Differenz-Reflexionsspektrum mit Unterstützung vorher erzeugter Kalibrierungskurven, die in einer Datenbank für das verfügbare Farbstoffsysteem gespeichert sind, zu bestimmen, wobei diese Kurven die funktionale Beziehung zwischen Differenz-Reflexionsspektrum und der Mattierungsmittelmenge in einem Farbrezept darstellen.

[0049] Die im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendeten Mattierungsmittel umfassen herkömmliche Erzeugnisse, die dem Fachmann auf dem Gebiet der Farbenentwicklung vertraut sind und im allgemeinen handelsüblich sind. Das Mattierungsmittel kann anorganischer oder organischer Art sein. Beispiele für anorganische Mattierungsmittel sind amorphes oder pyrogenes Siliziumdioxid, Kieselgel und Blattsilikate, zum Beispiel Magnesiumsilikathydrat (Talkum). Die anorganischen Mattierungsmittel können in unbehandelter Form oder in einer Form vorliegen, die mit organischen Verbindungen, zum Beispiel mit geeigneten Qualitäten von Wachs, oder ebenfalls mit anorganischen Verbindungen oberflächenbehandelt wurde. Beispiele für orga-

nische Mattierungsmittel sind Al-, Zn-, Ca- oder Mg-Stearat, wachsartige Verbindungen, wie etwa zum Beispiel mikronisierte Polypropylenwachse, zusammen mit Harnstoff bzw. Formaldehyd-Kondensationsprodukten.

[0050] Die im Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung verwendeten Farbpigmente umfassen herkömmliche anorganische und/oder organische Absorptionspigmente, wie sie bei der Beschichtungsproduktion verwendet werden. Beispiele für anorganische oder organische Farbpigmente sind Titandioxid, Eisenoxid-Pigmente, Ruß, Azofarbstoffe, Phthalocyanin-Pigmente, Quinacridon oder Pyrrolopyrrol-Pigmente.

[0051] Die folgenden Beispiele stellen die Erfindung in näheren Einzelheiten dar.

BEISPIELE

[0052] Der erste Schritt zur Verwendung des vorgeschlagenen Verfahrens bei der Farbenentwicklung besteht darin, das optische Verhalten aller Farbstoffe eines Pigmentsortiments unter Verwendung eines geeigneten Mischungsmodells wie der Schuster-Kubelka-Munk-Theorie zu kalibrieren und die universellen Funktionen für den Glanz = $f(c_{MA})$ zwischen Glanz und Mattierungsmittel-(MA-)Gehalt für die empfohlenen Winkelgeometrien zu bestimmen.

[0053] [Fig. 6](#) zeigt solche universellen Funktionen, die für eine Auswahl von Farbstoffen eines Lösemittel-lackmischungssystems für alle drei in DIN 67530 empfohlenen Einfallswinkel ($20^\circ, 60^\circ, 85^\circ$) abgeleitet wurden. Zur Durchführung der Messungen ist ein handelsübliches Glanzmeßgerät verwendet worden. Vielleicht das auffälligste Ergebnis des Diagramms ist das fast universelle funktionale Verhalten des Glanzes gegenüber dem Mattierungsmittelgehalt für die Winkel von 20° und 60° . Beim Winkel von 85° ist die etwas breitere Spreizung der Kurven offenkundig. Bei der Anpassung des Glanzes = $f(c_{MA})$ an eine Modellfunktion würde dieser Datensatz sicherlich zu der am wenigsten genauen Funktion der drei führen. Wenn man die Varianz der Kurven vergleicht, scheinen die Winkel von 20° und 60° bei der Ableitung des Mattierungsmittelgehalts ziemlich gleichauf zu liegen. Der maximale Fehler $\Delta c_{MA,max}$ der Funktion des Glanzes = $f(c_{MA})$ bei 20° beträgt ungefähr 4,3%, und für die beiden übrigen Winkel beträgt $\Delta c_{MA,max}$ etwa 3,1% für den Winkel von 60° und 10,6% für den Winkel von 85° . Im Hinblick auf die Schwankungsbreite des Mattierungsmittelgehalts in realen Farbschattierungen, die überwiegend den Konzentrationsbereich von 25% bis 65% abdecken, und auf die höchste Empfindlichkeit der Kurven für den Glanz = $f(c_{MA})$ ist jedoch die 60° -Funktion der 20° -Funktion an Genauigkeit überlegen. Unterhalb von $c_{MA} = 30\%$ weist die 20° -Funktion eine höhere Empfindlichkeit als die 60° -Funktion auf. Um die genauesten Ergebnisse im gesamten Konzentrationsbereich zu erreichen, ist in diesem speziellen Beispiel eine Kombination beider universeller Funktionen der Winkel von 20° und 60° zu empfehlen.

[0054] Für Interpolationszwecke sind die experimentell bestimmten Kalibrierungsdaten durch eine geeignete Modellfunktion beschrieben worden, die die Daten bis zu einem hinreichenden Genauigkeitsgrad darstellt. Aus dem Satz der Glanzfunktionen kann die maximale Varianz auf der Abszisse für jeden gegebenen Glanzwert geschätzt werden. Der zu erwartende maximale Fehler $\Delta c_{MA,max}$ beträgt bis zu 7% für den Winkel von 20° , 6% für den Winkel von 60° und 10% für den Winkel von 85° . Im Hinblick auf die Tatsache, daß die meisten Formulierungen in den Bereich von $25 \leq c_{MA} \leq 65\%$ fallen, scheint der Glanzwinkel von 60° die beste Meßgeometrie zu sein, da der Bereich der höchsten Dynamik in das gleiche Konzentrationsintervall fällt.

[0055] Beispiele für die Wirksamkeit der entwickelten Methodik sind unter Auswahl von zwei halbmatten Farbschattierungen aus dem RAL-System (RAL 2011, RAL 6016), das eine allgemein akzeptierte und etablierte Sammlung von Farbschattierungen in industriellen Anwendungen darstellt, erarbeitet worden. Die experimentell bestimmten Reflektivitätsfunktionen der beiden ausgewählten Farbstandards innerhalb des sichtbaren Spektralbereichs sind in [Fig. 7](#) dargestellt. Das für die Farbenentwicklung verwendete handelsübliche Meßinstrument war mit einer $45^\circ/0^\circ$ -Meßgeometrie ausgestattet. Die Glanzwerte sind bei den drei empfohlenen Winkeln von $20^\circ, 60^\circ$ und 85° unter Verwendung des gleichen handelsüblichen Glanzmeßgeräts gemessen worden (siehe Tabelle II), das verwendet worden war, um die Kalibrierungsfunktion zu bestimmen. Beide Standards sind anschließend durch die Standardprozedur der Farbenentwicklung unter Verwendung eines aus einem Satz von Glanzkalibrierungstafeln abgeleiteten Satzes von optischen Materialparametern verarbeitet worden. Nach dem Herausfinden wird die geeignete Pigmentierung des optimierten Rezepts aufgesprührt, gemessen und in einem zweiten Schritt unter Verwendung eines geeigneten Korrekturalgorithmus korrigiert.

[0056] Das erste Beispiel zeigt die Abstimmungsvorhersage- und -korrekturergebnisse des Halbmatt-Orange-Standards RAL 2011, der dem Register RAL 840-HR entnommen wurde. Die zur Abstimmung des Standards verwendete Formulierung umfaßt das Mattierungsmittel und vier Farbstoffe: einen roten und einen gelben Farbstoff zur Anpassung der Farbe und ein schwarzes und ein weißes Entstättigungsmittel zur Anpassung

der Helligkeit.

[0057] Die Formulierung, die zur Abstimmung des ebenfalls dem Register RAL 840-HR entnommenen Halbmatt-Grün-Standards RAL 6016 ausgewählt wurde, ist komplizierter. Neben dem Mattierungsmittel müssen sechs Farbstoffe verwendet werden, um eine akzeptable spektrale Abstimmung zu erreichen: zwei grüne und zwei gelbe Pigmente zur Anpassung der Farbe und ein schwarzes und ein weißes Entsättigungsmittel zur Anpassung der Helligkeit.

[0058] Die Testergebnisse, die in den Tabellen I und II zusammengestellt worden sind, können wie folgt zusammengefaßt werden: (i) die Farbunterschiede der Ausgangspositionen schwanken zwischen 0,7 und 1,3 ΔE -Einheiten, (ii) erste Korrekturschritte führen zu einer erheblichen Verbesserung der Farbposition, (iii) der Grad des Oberflächenglanzes konnte unter Verwendung der skizzierten Kalibrierunasfunktion ziemlich genau angepaßt werden, und (iv) die Konvergenzeigenschaften sind mit denen vergleichbar, die allgemein für glänzende Feststofffarben beobachtet werden, wodurch gezeigt wird, daß im Fall von matten Feststofffarben (durchschnittlich) keine zusätzlichen Abtönungsschritte im Prozeß der Farbenentwicklung benötigt werden.

TABELLE I: FARBENENTWICKLUNGSDINFORMATION FÜR ZWEI TESTBEISPIELE (RAL 2011, RAL 6016).

[0059] Die ausgangsformulierung stellt die erste abstimmung dar. Die letzte spalte gibt die erste korrigierte formulierung an.

Standard	Bestandteile	Ausgangs-formulierung	1. Korrektur
RAL 2011	Rot	7,99	9,38
	Gelb	37,79	42,21
	Weiß	10,26	10,49
	Schwarz	0,84	0,94
	MA	43,11	36,99
RAL 6016	Weiß	10,51	10,89
	Grün1	48,34	48,21
	Grün2	3,31	0,00
	Schwarz	2,08	2,40
	Gelb1	6,66	6,91
	Gelb2	2,91	2,71
	MA	26,19	28,88

TABELLE II: VERSUCHSERGEBNISSE (FARB- UND GLANZINFORMATION) VON ZWEI DEM RAL-SYSTEM ENTNOMMENEN TEST-FARBSCHATTIERUNGEN, DIE IN EINER PRODUKTIONSLINIE FÜR LÖSEMITTEL-REPARATURLACK FÜR PERSONENKRAFTWAGEN ERARBEITET WORDEN SIND

		L^* ΔL^*	a^* Δa^*	b^* Δb^*	C^* ΔC^*	H_{ab} ΔH^*	ΔE^*	Glanz (20°)	Glanz (60°)	Glanz (85°)
RAL 2011	STD	59,8	43,5	69,3	81,8	57,9		6,3	39,0	77,9
	1R	0,55	-0,40	-0,05	-0,25	0,31	0,68	2,9	23,0	68,7
	1CR	-0,06	0,32	0,15	0,35	0,32	0,36	6,4	38,7	82,5
RAL 6016	STD	35,3	-41,0	8,7	41,9	168,0		34,1	77,0	92,3
	1R	-0,26	-1,03	0,74	1,17	-0,50	1,30	45,8	81,0	95,2
	1CR	-0,30	0,30	-0,21	-0,34	0,15	0,48	29,2	72,1	91,3

Patentansprüche**1. Farbrezept-Berechnungsverfahren für matte Feste-Farbe-Standards mit den folgenden Schritten:**

A) Erfassen des Reflexionsspektrums eines matten Feste-Farbe-Standards unter Verwendung einer der folgenden Meßgeometrien:

Aa) $45^\circ/\varepsilon^\circ$ -Geometrie mit $\varepsilon \geq 45^\circ$;

Ab) $d/8^\circ$ -Geometrie mit eingeschlossener spiegelnder Komponente und berechneter Korrektur der spiegelnden Komponente

und optionales Bestimmen der aus dem Reflexionsspektrum abgeleiteten kolorimetrischen Positionen (L^* , a^* , b^*),

B1) Abstimmen des experimentell bestimmten Reflexionsspektrums, das optional für die spiegelnde Komponente korrigiert worden ist, unter Verwendung von in einer Pigment-Datenbank gespeicherten optischen Materialparametern der Pigmente des verfügbaren Farbstoffsystems zur Anfertigung von Glanzfarbschattierungen, wobei ein Farbrezept gewonnen wird, das den Charakter der farbgebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt; oder

B2) Vergleichen des experimentell bestimmten Reflexionsspektrums oder der daraus abgeleiteten kolorimetrischen Positionen mit den gespeicherten Farbrezepten in einer Farbrezept-Datenbank für Glanzfarbschattierungen mit ihren zugeordneten Reflexionsspektren oder den daraus abgeleiteten kolorimetrischen Positionen und Identifizieren eines Farbrezepts aus der Farbrezept-Datenbank, das den Charakter der farbgebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt und das dem Farbstandard am nächsten kommt;

C) optionales Korrigieren des in B1) oder B2) gewonnenen Farbrezepts und Anpassen der mit dem gewonnenen Farbrezept erzeugten tatsächlichen Farbschattierung an die erwünschte Farbschattierung des Farbstandards;

D) Messen des Glanzgrades des matten Feste-Farbe-Standards mit einem für Glanzmessungen üblichen Relektometer unter einem oder mehreren Glanzwinkeln;

E) Bestimmen der Mattierungsmittelmenge, die dem gemessenen Glanzgrad im Mattfarbstandard entspricht, mit Unterstützung vorher angefertigter Kalibrierungskurven, die in einer Datenbank für das verfügbare Farbstoffsysteem gespeichert sind, wobei diese Kurven den unter einem oder mehreren Glanzwinkeln gemessenen Glanzgrad als eine Funktion der Mattierungsmittelmenge in einem Farbrezept darstellen; und

F) Gewinnen eines Farbrezepts, das mit dem Mattfarbstandard übereinstimmt, wobei dieses Rezept zusätzlich zu dem unter B1) oder B2) gewonnenen Farbrezept die Mattierungsmittelmenge enthält.

2. Farbrezept-Berechnungsverfahren für matte Feste-Farbe-Standards mit den folgenden Schritten:

A) Erfassen des Reflexionsspektrums eines matten Feste-Farbe-Standards unter Verwendung der folgenden Meßgeometrie:

Ac) $d/8^\circ$ -Geometrie mit eingeschlossener spiegelnder Komponente und mit ausgeschlossener spiegelnder Komponente und optionales Bestimmen der aus dem Reflexionsspektrum abgeleiteten kolorimetrischen Positionen (L^* , a^* , b^*),

B1) Abstimmen des experimentell bestimmten Reflexionsspektrums mit eingeschlossener spiegelnder Komponente, das für die spiegelnde Komponente korrigiert worden ist, unter Verwendung von in einer Pigment-Datenbank gespeicherten optischen Materialparametern der Pigmente des verfügbaren Farbstoffsystems zur Anfertigung von Glanzfarbschattierungen, wobei ein Farbrezept gewonnen wird, das den Charakter der farbgebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt; oder

B2) Vergleichen des experimentell bestimmten Reflexionsspektrums mit eingeschlossener spiegelnder Komponente, das für die spiegelnde Komponente korrigiert worden ist, oder der daraus abgeleiteten kolorimetrischen Positionen mit den gespeicherten Farbrezepten in einer Farbrezept-Datenbank für Glanzfarbschattierungen mit ihren zugeordneten Reflexionsspektren oder den daraus abgeleiteten kolorimetrischen Positionen und Identifizieren eines Farbrezepts aus der Farbrezept-Datenbank, das den Charakter der farbgebenden Pigmente und ihre Konzentration angibt und das dem Farbstandard am nächsten kommt;

C) optionales Korrigieren des in B1) oder B2) gewonnenen Farbrezepts und Anpassen der mit dem gewonnenen Farbrezept produzierten tatsächlichen Farbschattierung an die erwünschte Farbschattierung des Farbstandards;

D1) Erfassen des Differenz-Reflexionsspektrums zwischen dem Reflexionsspektrum mit eingeschlossener spiegelnder Komponente und dem Reflexionsspektrum mit ausgeschlossener spiegelnder Komponente;

E1) Bestimmen der Mattierungsmittelmenge, die dem Differenz-Reflexionsspektrum entspricht mit Unterstützung vorher angefertigter Kalibrierungskurven, die in einer Datenbank für das verfügbare Farbstoffsysteem gespeichert sind, wobei diese Kurven die funktionale Beziehung zwischen dem Differenz-Reflexionsspektrum und der Mattierungsmittelmenge in einem Farbrezept darstellen; und

F) Gewinnen eines Farbrezepts um dem Mattfarbstandard zu entsprechen, wobei dieses Rezept zusätzlich zu dem unter B1) oder B2) gewonnenen Farbrezept die Mattierungsmittelmenge enthält.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der matte Feste-Farbe-Standard und das verfügbare Farbstoffsyste auf organischen und/oder anorganischen Absorptionspigmenten beruhen.
4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Reflexionsspektrum des matten Feste-Farbe-Standards über ei- nen Wellenlängenbereich von 400-700 nm erhalten wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Farbschattierungen einer Fahrzeugbeschichtung farblich abgestimmt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Farbschattierungen von Produktionsbeschichtungen farblich ab- gestimmt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der matte Feste-Farbe-Standard und das verfügbare Farbstoffsyste auf organischen und/oder anorganischen Absorptionspigmenten beruhen.
8. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Reflexionsspektrum des matten Feste-Farbe-Standards über ei- nen Wellenlängenbereich von 400-700 nm erhalten wird.
9. Verwendung des Verfahrens von Anspruch 1 oder 2 für die Farbabstimmung von Farbschattierungen bei der Fahrzeug- und/oder Industriebeschichtung.
10. Verwendung des Verfahrens von Anspruch 1 oder 2 bei der Herstellung von Farbgebungsbeschichtun- gen.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

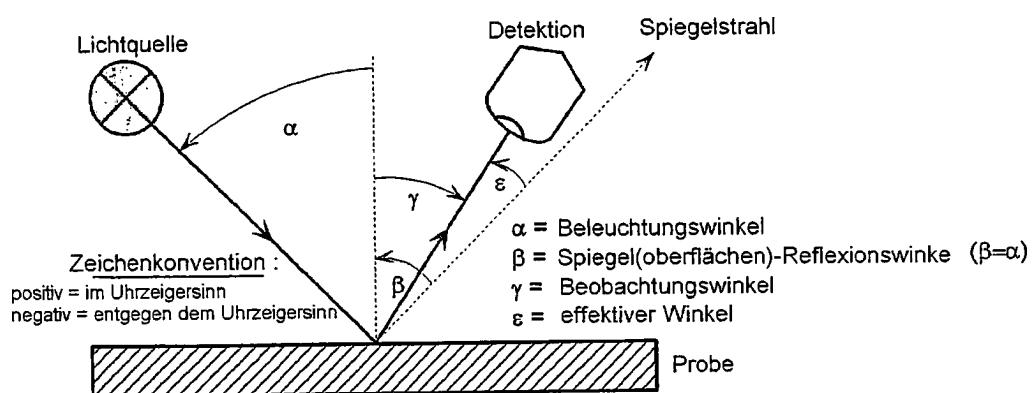


Fig. 1: Definition der in Goniospektrophotometern realisierten Meßgeometrien

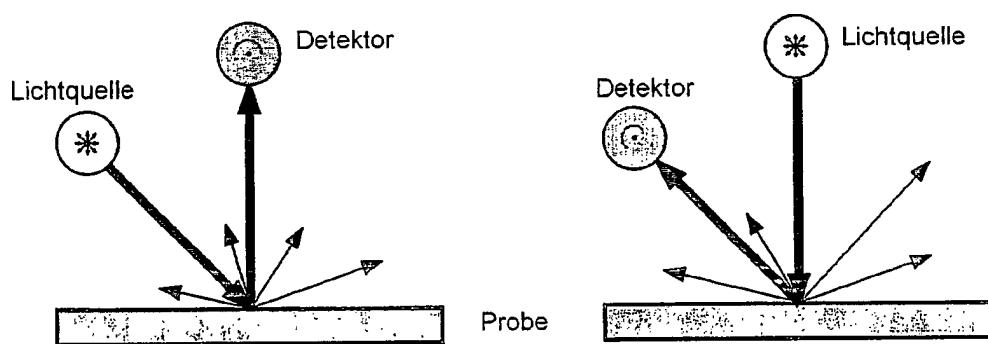


Fig. 2: Standardmäßige 45°/0°- bzw. 0°/45°-Meßgeometrien, die durch technische Standards (wie zum Beispiel DIN 5033) zur Verwendung für glänzende und matte Feststoff-Farbschattierungen empfohlen werden

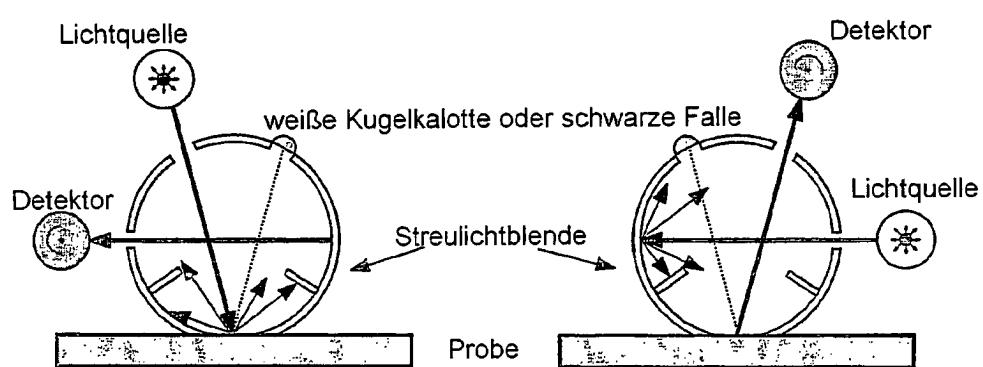


Fig. 3: Standardmäßige $d/8^\circ$ - bzw. $8^\circ/d$ -Meßgeometrien, die durch technische Standards (wie zum Beispiel DIN 5033) zur Verwendung für glänzende und matte Feststoff-Farbschattierungen empfohlen werden

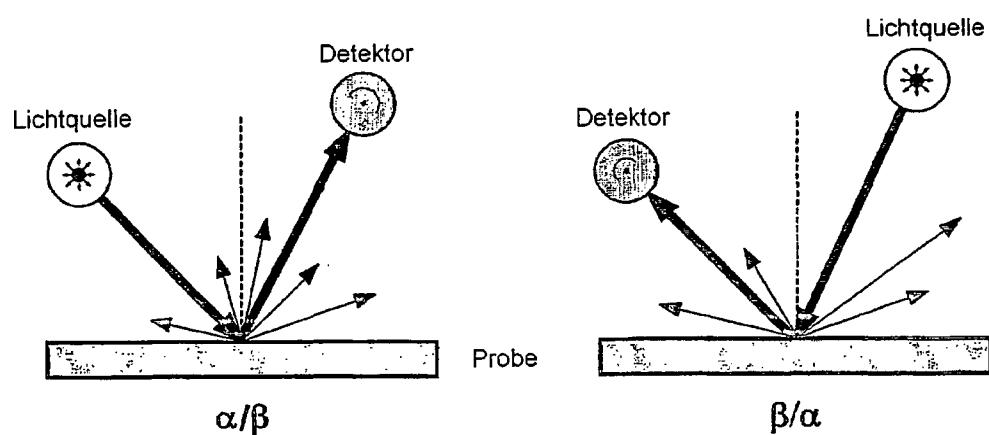


Fig. 4: Meßgeometrie α/β oder β/α , die für glänzende goniochromatische Farbschattierungen geeignet ist (noch nicht standardisiert, aber in industriellen Anwendungen etabliert)

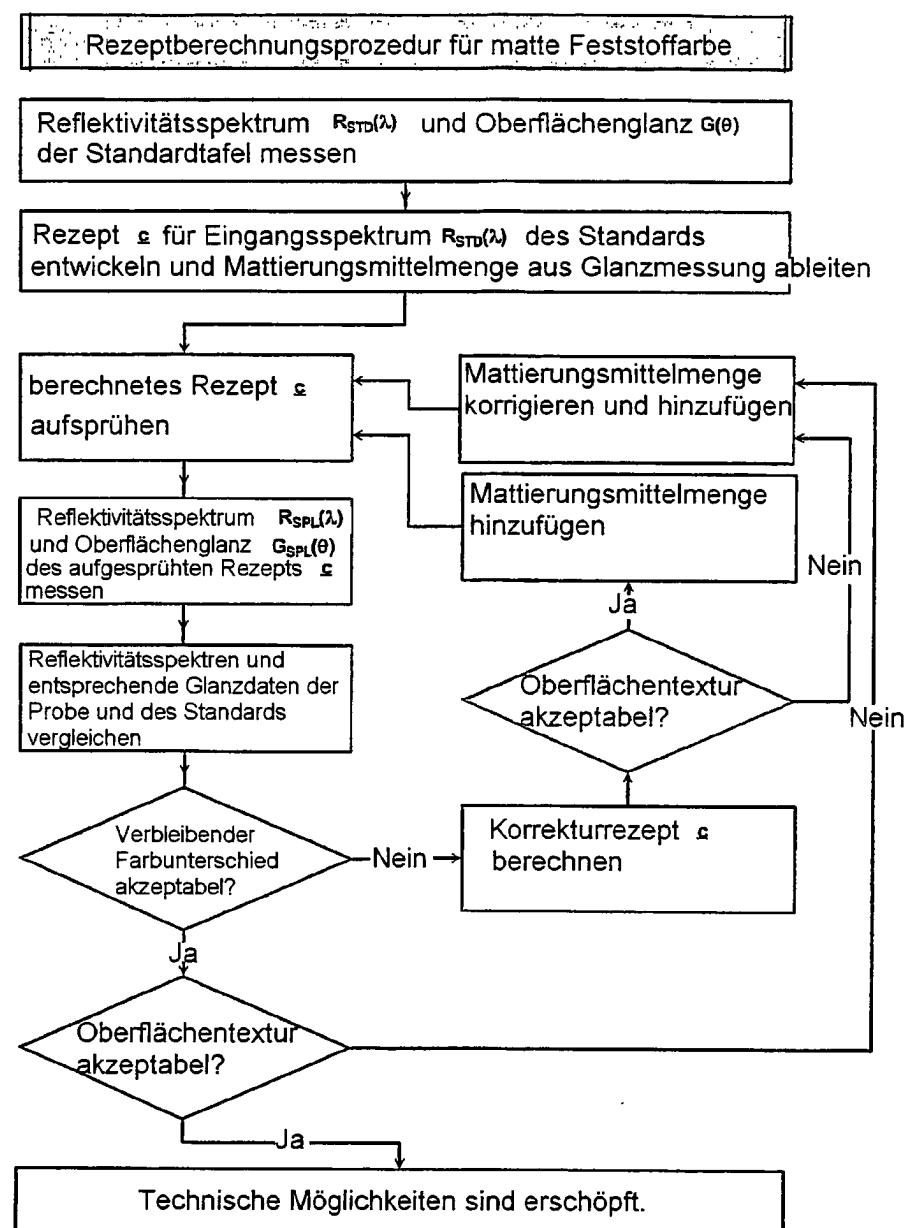


Fig. 5: Ablaufplan des Prozesses der Farbenentwicklung für matte Feststofffarben

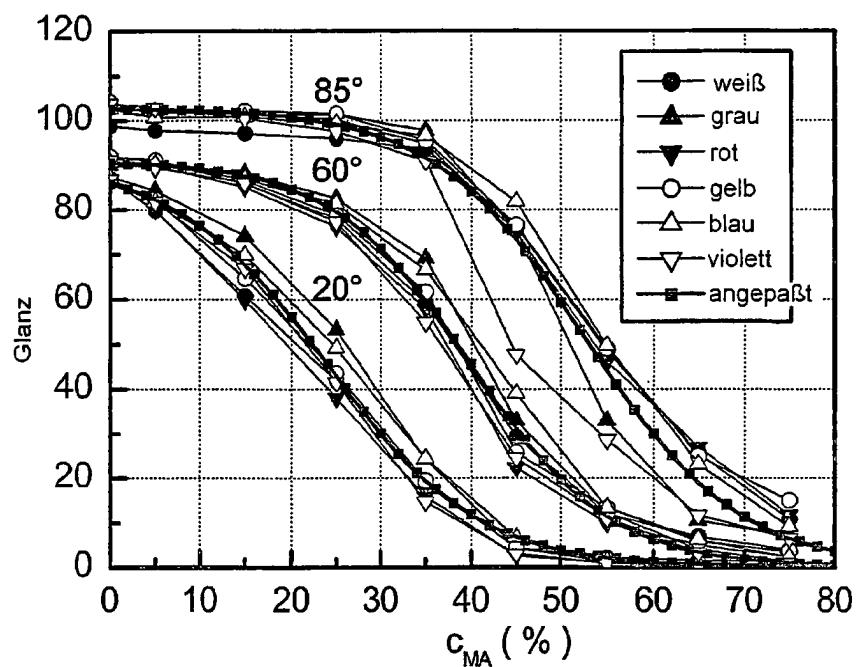


Fig. 6: Änderung des Oberflächenglanzes nach DIN 67530 für ein typisches Lösemittelreparaturlackmischungssystem bei drei unterschiedlichen Winkeln und für mehrere chromatische und achromatische Proben mit Mattierungsmittelgehalt zusammen mit den an die Versuchsdaten angepaßten Modellfunktionen

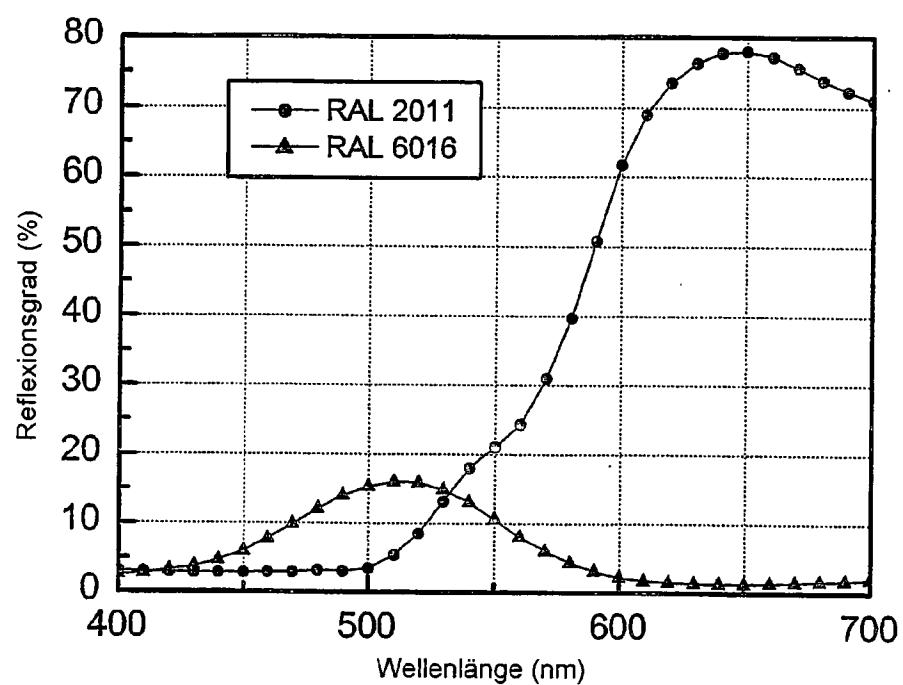


Fig. 7: Versuchs-Reflexionsfunktionen von zwei halbmatten RAL-Farben 2011 und 6016 innerhalb des sichtbaren Spektrums

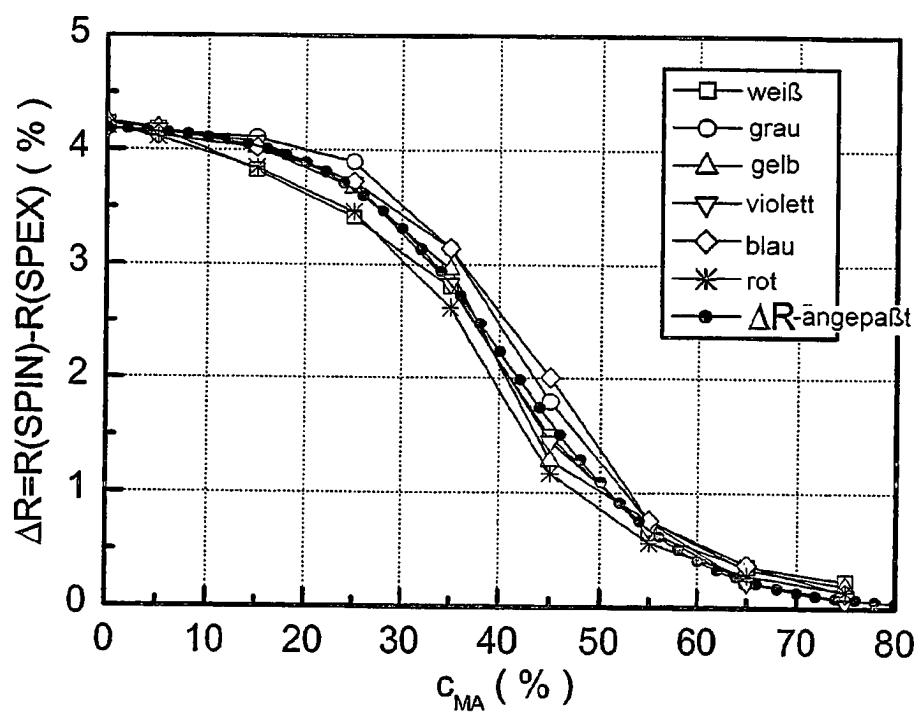


Fig. 8: Differenzspektren, $\Delta R = R(\text{SPIN}) - R(\text{SPEX})$, wie sie durch ein mit einer $d/8^\circ$ -Meßgeometrie ausgestattetes Spektralphotometer aufgezeichnet wurden, zur Auswahl von Feststofffarben als Funktion des Mattierungsmittelgehalts c_{MA} .