

DIN EN ISO 18314-2



ICS 87.060.10

Einsprüche bis 2017-12-06
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 18314-2:2017-04

Entwurf

**Analytische Farbmessung –
Teil 2: Saunderson-Korrektur, Lösungen der Kubelka-Munk-Gleichung,
Farbstärke, Deckvermögen (ISO 18314-2:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 18314-2:2017**

Analytical colorimetry –

Part 2: Saunderson correction, solutions of the Kubelka-Munk equation, tinting strength, hiding power (ISO 18314-2:2015);

German and English version prEN ISO 18314-2:2017

Analyse colorimétrique –

Partie 2: Correction de Saunderson, solutions de l'équation de Kubelka-Munk, force colorante, pouvoir couvrant (ISO 18314-2:2015);

Version allemande et anglaise prEN ISO 18314-2:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-10-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an npf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Pigmente und Füllstoffe (NPF), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 43 Seiten

DIN-Normenausschuss Pigmente und Füllstoffe (NPF)
DIN-Normenausschuss Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB)
DIN-Normenausschuss Farbe (FNF)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 18314-2:2015 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 256 „Pigments, dyestuffs and extenders“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 18314-2:2017 durch das Technische Komitee CEN/TC 298 „Pigmente und Füllstoffe“ übernommen, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche/nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 078-00-03 AA „Allgemeine Prüfverfahren für Farbmittel und Füllstoffe“ im DIN-Normenausschuss Pigmente und Füllstoffe (NPF).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 787-2	siehe DIN EN ISO 787-2
ISO 11664-1	siehe DIN EN ISO 11664-1
ISO 11664-3	siehe DIN EN ISO 11664-1
ISO 11664-4	siehe DIN EN ISO 11664-1

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 18314-2:2017-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normbezeichnung von DIN ISO 18314-2 in DIN EN ISO 18314-2 geändert;
- b) ISO-Vorwort aufgenommen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 787-2, *Allgemeine Prüfverfahren für Pigmente und Füllstoffe — Teil 2: Bestimmung der bei 105 °C flüchtigen Anteile*

DIN EN ISO 11664-1, *Farbmetrik — Teil 1: CIE farbmimetrische Normalbeobachter*

DIN EN ISO 11664-3, *Farbmetrik — Teil 3: CIE-Farbwerte*

DIN EN ISO 11664-4, *Farbmetrik — Teil 4: CIE 1976 L*a*b* Farbenraum*

Analytische Farbmessung — Teil 2: Saunderson-Korrektur, Lösungen der Kubelka-Munk-Gleichung, Farbstärke, Deckvermögen (ISO 18314-2:2015)

Analyse colorimétrique — Partie 2 : Correction de Saunderson, solutions de l'équation de Kubelka-Munk, force colorante, pouvoir couvrant (ISO 18314-2:2015)

Analytical colorimetry — Part 2: Saunderson correction, solutions of the Kubelka-Munk equation, tinting strength, hiding power (ISO 18314-2:2015)

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	5
2.1 Begriffe	5
2.2 Symbole und Abkürzungen	6
3 Saunderson-Korrektur	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Diffuse Beleuchtung, Beobachtung 0° (d/0°)	8
3.3 Beleuchtung 45°, Beobachtung 0°(45°:0°)	8
4 Lösung der Kubelka-Munk-Gleichungen	9
5 Bestimmung der relativen Farbstärke und des Restfarbabstandes von Buntpigmenten	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Kurzbeschreibung	10
5.3 Durchführung	10
5.3.1 Allgemeines	10
5.3.2 Auswertung der Absorption im Absorptionsmaximum	11
5.3.3 Auswertung der gewichteten K/S-Summe	11
5.3.4 Auswertung durch Angleichen des Normfarbwertes Y	12
5.3.5 Auswertung durch Angleichen des kleinsten der Normfarbwerte X, Y und Z	13
5.3.6 Auswertung durch Angleichen der Farbtiefe	13
6 Bestimmung des Deckvermögens pigmentierter Medien	15
6.1 Allgemeines	15
6.2 Beispiel für weiße oder helle Beschichtungen mit einem Kontrastverhältnis von 0,98 als Deckvermögenskenngroße	15
7 Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit	16
8 Prüfbericht	16
Anhang A (normativ) Tabellen der Koeffizienten zur Berechnung der a(φ)-Werte (Normlichtart D65 und 10°-Normalbeobachter)	17
Anhang B (normativ) Tabellen der Koeffizienten zur Berechnung der a(φ)-Werte (Lichtart C und 2°-Normalbeobachter)	19
Literaturhinweise	21

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 18314-2:2015 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 256 „Pigments, dyestuffs and fillers“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 18314-2:2017 durch das Technische Komitee CEN/TC 298 „Pigmente und Füllstoffe“ übernommen, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 18314-2:2015 wurde von CEN als prEN ISO 18314-2:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 256, *Pigments, dyestuffs and fillers*.

ISO 18314 besteht unter dem allgemeinen Titel *Analytical colorimetry* aus den folgenden Teilen:

- *Part 1: Practical colour measurement*
- *Part 2: Saunderson correction, solutions of the Kubelka-Munk equation, tinting strength, hiding power*
- *Part 3: Special indices*

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 18314 legt die Saunderson-Korrektur für unterschiedliche Messgeometrien sowie Lösungen der Kubelka-Munk-Gleichung für deckende und durchsichtige Schichten fest. Er legt außerdem Verfahren zur Berechnung der Farbstärke, einschließlich des Restfarbabstandes, mit unterschiedlichen Kriterien sowie des Deckvermögens fest.

Die Durchführungen der Probenherstellung für diese Messungen sind nicht Bestandteil dieses Teils von ISO 18314. Sie werden zwischen den Vertragspartnern vereinbart oder sind in anderen nationalen und internationalen Normen beschrieben.

2 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

2.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe.

2.1.1

Farbstärke

Maß der Fähigkeit eines Farbmittels, aufgrund seines Absorptionsvermögens fargebend auf andere Stoffe zu wirken

2.1.2

relative Farbstärke

C_{rel}

prozentuales Verhältnis derjenigen Buntpigment-Massenanteile für Bezugsprobe und Prüfprobe (m_r beziehungsweise m_t), die zu gleichen Werten des jeweils verwendeten Farbstärkekriteriums für Bezugsprobe und Prüfprobe führen

2.1.3

Farbstärkekriterium

Kenngroße, die die fargebende Wirkung eines Farbmittels, verursacht durch sein Absorptionsvermögen, beschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die in diesem Teil von ISO 18314 verwendeten Farbstärkekriterien sind:

- Wert der Kubelka-Munk-Funktion im Absorptionsmaximum;
- gewichtete Summe der Kubelka-Munk-Funktionswerte;
- Normfarbwert Y ;
- der kleinste der Normfarbwerte X, Y, Z ;
- Farbtiefekennwert B .

Andere in diesem Teil von ISO 18314 nicht verwendete Farbstärkekriterien sind zum Beispiel:

- nicht gewichtete Summe der Kubelka-Munk-Funktionswerte;
- Farbort, gegeben durch das Koordinaten-Tripel (L^*, a^*, b^*);
- Reflexionsfaktor im Absorptionsmaximum.

2.1.4

Restfarbabstand

bei einem gleichen oder angeglichenen Wert des Farbstärkekriteriums verbleibender Farbabstand zwischen den Weißaufhellungen von Bezugsprobe und Prüfprobe

BEISPIEL Beschrieben durch ΔE^* .

2.1.5

(Standard-)Farbtiefe

Maß für die Intensität einer Farbempfindung, die mit steigender Buntheit zunimmt und mit steigender Helligkeit abnimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Standardfarbtiefen sind durch Konvention festgelegte Farbtiefeniveaus. Farbmétrisch ist die Standardfarbtiefe durch den Farbtiefekennwert $B = 0$ bestimmt, der aus dem Normfarbwert Y und den Normfarbwertanteilen x und y ermittelt wird.

2.1.6

Deckvermögen

Fähigkeit eines pigmentierten Mediums, die Farbe oder Farbunterschiede eines Substrates zu verdecken

2.2 Symbole und Abkürzungen

a	Konstante
a^*	CIELAB-Farbkoordinate
$a(\varphi)$	Faktor
$a(\lambda)$	Hilfsvariable
b^*	CIELAB-Farbkoordinate
$b(\lambda)$	Hilfsvariable
B	Farbtiefekennwert
C_{rel}	relative Farbstärke
D_{m}	Deckvermögenswert, der die Fläche des betreffenden Kontrastsubstrates, die mit 1 kg beschichtet werden kann, in m^2 angibt
D_{v}	Deckvermögenswert, der die Fläche des betreffenden Kontrastsubstrates, die mit 1 l beschichtet werden kann, in m^2 angibt
$F(\lambda)$	Kubelka-Munk-Funktion
$F'(\lambda)$	modifizierte Kubelka-Munk-Funktion
$g(\lambda)$	Gewichtungsfunktion (definiert als die Summe der Normspektralwertfunktionen $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ und $\bar{z}(\lambda)$ für den 10°-Normalbeobachter)
h	Dicke
K	Koeffizient
$K(\lambda)$	Absorptionskoeffizient
$(K/S)_{\text{r}}$	Kubelka-Munk-Wert der Bezugsprobe

$(K/S)_t$	Kubelka-Munk-Wert der Prüfprobe
L^*	CIELAB-Helligkeit
m_r	Massenanteil der Farbpigment-Bezugsprobe
m_t	Massenanteil der Farbpigment-Prüfprobe
n	Brechzahl
r_0	Reflexionskoeffizient an der Oberfläche für gerichtetes, von außen senkrecht einfallendes Licht
$\overline{r}_0$	Reflexionskoeffizient an der Oberfläche für gerichtetes, unter 45° parallel von außen einfallendes Licht
r_2	Reflexionskoeffizient für aus der Probe heraus gestreut einfallendes Licht
$R(\lambda)$	Reflexionsspektrum
$R(\lambda)_\infty$	Reflexionsfaktor der unendlich dicken Schicht
$R(\lambda)^*$	Saunderson-korrigierter Reflexionsfaktor der Probe
$R(\lambda)_{ob}^*$	Saunderson-korrigierter Reflexionsfaktor des schwarzen Substrates
$R(\lambda)_{ow}^*$	Saunderson-korrigierter Reflexionsfaktor des weißen Substrates
$R(\lambda)_b^*$	Saunderson-korrigierter Reflexionsfaktor der Probe auf schwarzem Substrat
$R(\lambda)_w^*$	Saunderson-korrigierter Reflexionsfaktor der Probe auf weißem Substrat
$R'(\lambda)$	modifiziertes Reflexionsspektrum einschließlich Oberflächeneffekte
s	Sättigungsmaß
$S(\lambda)$	Streukoeffizient
T	gewichtete Summe
x, y	Normfarbwertanteile
X, Y, Z	Normfarbwerte
ΔE^*	Restfarbabstand
ΔE_{ab}^*	CIELAB-Farbabstand
φ	Bunttonwinkel
φ_0	nächstliegender Winkel unterhalb des Bunttonwinkels in den Tabellen

3 Saunderson-Korrektur

3.1 Allgemeines

Bei farbmimetrischen Berechnungen ist es notwendig, Oberflächenphänomene zu berücksichtigen, um brauchbare Ergebnisse zu erhalten. Die Formeln sind als Saunderson-Korrektur bekannt, ihre Ableitung ist in [1] und [2] zu finden. Die notwendigen Koeffizienten sind Lösungen der Fresnel-Gleichungen [3] in Abhängigkeit der Brechzahl des gegebenen Bindemittels.

Die Formeln sind abgeleitet unter der Annahme optimaler Oberflächen, einer perfekt deckenden Schicht und einer perfekten diffusen Lichtstreuung im Inneren der Probe. Jede Abweichung von diesen Annahmen muss Abwägungen der Zweckmäßigkeit der folgenden Berechnungen zur Folge haben.

Die hier angegebenen Formeln gelten für zwei der am weitesten verbreiteten Geometrien: diffuse Beleuchtung, 0°-Beobachtung ($d/0^\circ$) und 45°-Einfallswinkel, 0°-Beobachtung ($45^\circ/0^\circ$). In nahezu jedem verwendeten Farbmessgerät ist der verwendete Beobachtungswinkel nicht 0°, sondern 8°. Diese Abweichung wird als unproblematisch eingeschätzt.

Die für die Berechnung notwendigen Konstanten sind:

r_0 : Reflexionskoeffizient an der Oberfläche für gerichtetes, von außen senkrecht einfallendes Licht. Für $n = 1,5$ $r_0 = 0,040$.

$\bar{r}_0$: Reflexionskoeffizient an der Oberfläche für gerichtetes, unter 45° parallel von außen einfallendes Licht. Für $n = 1,5$, $\bar{r}_0 = 0,050$.

r_2 : Reflexionskoeffizient für aus der Probe heraus gestreut einfallendes Licht. Für $n = 1,5$, $r_2 = 0,596$.

3.2 Diffuse Beleuchtung, Beobachtung 0° ($d/0^\circ$)

Die Konstante $a = 1$, wenn die Glanzfalle geschlossen ist, und $a = 0$, wenn die Glanzfalle geöffnet ist und die Glanzreflexion ausgeschlossen wird.

$$R(\lambda) = ar_0 + \frac{(1 - r_0)(1 - r_2) R(\lambda)^*}{1 - r_2 R(\lambda)^*} \quad (1)$$

$$\text{für } a = 1: R(\lambda)^* = \frac{R(\lambda) - r_0}{1 - r_0 - r_2[1 - R(\lambda)]} \quad (2)$$

$$\text{für } a = 0: R(\lambda)^* = \frac{R(\lambda)}{1 - r_0 - r_2 + r_2[r_0 + R(\lambda)]} \quad (3)$$

3.3 Beleuchtung 45°, Beobachtung 0° ($45^\circ/0^\circ$)

$$R(\lambda) = \frac{(1 - r_0)(1 - \bar{r}_0) \frac{1}{n^2} R(\lambda)^*}{1 - r_2 R(\lambda)^*} \quad (4)$$

$$R(\lambda)^* = \frac{n^2 R(\lambda)}{1 - r_0 - \bar{r}_0 + r_0 \bar{r}_0 + n^2 r_2 R(\lambda)} \quad (5)$$

4 Lösung der Kubelka-Munk-Gleichungen

Die Kubelka-Munk-Theorie beschreibt die Reflexion einer pigmentierten Beschichtung durch zwei Konstanten: Absorption $[K(\lambda)]$ und Streuung $[S(\lambda)]$. Sie geht von folgenden Annahmen aus:

- a) ideal diffuse Strahlungsverteilung auf der Beleuchtungsseite;
- b) ideal diffuse Strahlungsverteilung im Inneren der Schicht;
- c) keine Beachtung von Oberflächenphänomenen, die aus der Diskontinuität der Brechzahl resultieren.

Für eine unendlich dicke bzw. deckende Schicht mit einem Reflexionsfaktor von $R(\lambda)_\infty$ finden sich die folgenden Lösungen, die die Bestimmung der Beziehung zwischen dem Streu- und dem Absorptionskoeffizienten erlauben:

$$\frac{K(\lambda)}{S(\lambda)} = \frac{(1 - R(\lambda)_\infty)^2}{2 R(\lambda)_\infty} \equiv F(R(\lambda)_\infty) \quad (6)$$

beziehungsweise die Umkehrfunktion:

$$R(\lambda)_\infty = 1 + \frac{K(\lambda)}{S(\lambda)} - \sqrt{2 \left(\frac{K(\lambda)}{S(\lambda)} \right) + \left(\frac{K(\lambda)}{S(\lambda)} \right)^2} \quad (7)$$

Für die Bestimmung des Streu- und des Absorptionskoeffizienten können zwei unterschiedliche Verfahren angewendet werden (es muss die Saunderson-Korrektur verwendet werden):

Verfahren 1 Messung des Reflexionsfaktors einer unendlich dicken (beziehungsweise deckenden) Schicht und des Reflexionsfaktors $R(\lambda)^*$ einer Beschichtung mit der Dicke h auf einem Substrat mit dem Reflexionsfaktor $R(\lambda)_0^*$.

$$a(\lambda) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R(\lambda)_\infty^*} + R(\lambda)_\infty^* \right) \quad (8)$$

$$b(\lambda) = a(\lambda) - R(\lambda)_\infty^* = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R(\lambda)_\infty^*} - R(\lambda)_\infty^* \right) \quad (9)$$

$$S(\lambda) = \frac{1}{b(\lambda)h} \operatorname{Arcoth} \frac{1 - a(\lambda) [R(\lambda)^* - R(\lambda)_0^*] + R(\lambda)^* R(\lambda)_0^*}{b(\lambda) [R(\lambda)^* - R(\lambda)_0^*]} \quad (10)$$

$$K(\lambda) = S(\lambda) [a(\lambda) - 1] \quad (11)$$

Verfahren 2 In diesem Verfahren werden zwei Schichten von gleicher Dicke (h) auf schwarzen und weißen Substanzen aufgetragen. Nach der Bestimmung der Hilfsvariablen $a(\lambda)$, $b(\lambda)$ nach Gleichungen (12) und (13), darf entweder Gleichung (14) oder (15) zur Berechnung des Streukoeffizienten $S(\lambda)$ verwendet werden. Es sollte die Möglichkeit mit der geringsten experimentellen Unsicherheit gewählt werden.

$$a(\lambda) = \frac{[1 + R(\lambda)_w^* R(\lambda)_{ow}^*][R(\lambda)_b^* - R(\lambda)_{ob}^*] + [1 + R(\lambda)_b^* R(\lambda)_{ob}^*][R(\lambda)_{ow}^* - R(\lambda)_w^*]}{2[R(\lambda)_b^* R(\lambda)_{ow}^* - R(\lambda)_w^* R(\lambda)_{ob}^*]} \quad (12)$$

$$b(\lambda) = \sqrt{a(\lambda)^2 - 1} \quad (13)$$

$$S(\lambda) = \frac{1}{b(\lambda)h} \operatorname{Arcoth} \frac{1 - a(\lambda)[R(\lambda)_b^* - R(\lambda)_{ob}^*] + R(\lambda)_b^* R(\lambda)_{ob}^*}{b(\lambda)[R(\lambda)_b^* - R(\lambda)_{ob}^*]} \quad (14)$$

$$S(\lambda) = \frac{1}{b(\lambda)h} \operatorname{Arcoth} \frac{1 - a(\lambda)[R(\lambda)_w^* - R(\lambda)_{ow}^*] + R(\lambda)_w^* R(\lambda)_{ow}^*}{b(\lambda)[R(\lambda)_w^* - R(\lambda)_{ow}^*]} \quad (15)$$

$$R(\lambda)^* = \frac{1 - R(\lambda)_o^* [a(\lambda) - b(\lambda) \coth\{b(\lambda) S(\lambda) h\}]}{a(\lambda) - R(\lambda)_o^* + b(\lambda) \coth\{b(\lambda) S(\lambda) h\}} \quad (16)$$

ANMERKUNG Die Formulierung der Kubelka-Munk-Theorie führt zu einem System von Differentialgleichungen. Die Lösung kann auf unterschiedliche Weise angegeben werden: entweder durch die hier verwendeten Winkelfunktionen oder durch Verwendung von Logarithmusfunktionen. Sie sind mathematisch äquivalent.

5 Bestimmung der relativen Farbstärke und des Restfarbabstandes von Buntpigmenten

5.1 Allgemeines

Alle hier festgelegten Verfahren setzen, zumindest näherungsweise, eine lineare Beziehung zwischen Farbmittelkonzentration und Kubelka-Munk-Funktion voraus.

Es wird angenommen, dass die gemessene Streuung der Beschichtungen vom Weißpigment dominiert wird und die Absorption vom Buntpigment. Alle diese Bedingungen müssen erfüllt werden, um korrekte Ergebnisse der hier beschriebenen Verfahren zu ermitteln. Die Kubelka-Munk-Funktion für die Weißpaste kann in den meisten Fällen vernachlässigt werden.

5.2 Kurzbeschreibung

Die Bezugs- und die Prüfprobe werden in Weißpasten eingearbeitet. Die entsprechenden Reflexionsspektren werden auf deckenden Beschichtungen der erhaltenen bunt gefärbten Pasten gemessen. Aus den gemessenen Werten wird das jeweilige Farbstärkekriterium berechnet.

Wenn sich die Werte des Farbstärkekriteriums für die Bezugs- und die Prüfprobe unterscheiden, wird der Massenanteil der Probe vergrößert oder verkleinert, bis diese Werte gleich sind. Diese Variation darf experimentell oder mathematisch erfolgen.

Bei gleichen Werten des Farbstärkekriteriums bzw. nach Angleichen des Farbstärkekriteriums für die Bezugs- und die Prüfprobe wird der Restfarbabstand zwischen den Weißaufhellungen der Bezugs- und Prüfproben aus den entsprechenden Reflexionsspektren berechnet.

Es werden ein Spektralphotometer mit d:8°- oder 8°:d-Messgeometrie mit oder ohne Glanzfalle oder Instrumente mit 45°:0°- oder 0°:45°-Messgeometrie empfohlen.

5.3 Durchführung

5.3.1 Allgemeines

Der Reflexionsfaktor einer deckenden Probebeschichtung der Weißaufhellung der Bezugsprobe und der entsprechende Reflexionsfaktor der Prüfprobe werden im sichtbaren Spektralbereich gemessen.

5.3.2 Auswertung der Absorption im Absorptionsmaximum

Das Farbstärkekriterium ist der maximale Kubelka-Munk-Wert. Voraussetzung dieses Verfahrens sind gleiche Konzentrationen der Bezugs- und Prüfpigmente in den Weißpasten.

Die Wellenlänge in den Reflexionsspektren der Weißaufhellungen wird bestimmt, bei der die Reflexion minimal ist. Aus den minimalen Saunderson-korrigierten Reflexionsfaktoren R_r^* und R_t^* werden Kubelka-Munk-Werte $(K/S)_r$ und $(K/S)_t$ für diese Wellenlänge mit Gleichung (6) berechnet. Die relative Farbstärke C_{rel} wird dann erhalten aus:

$$C_{rel} = \left[\frac{\left(\frac{K}{S}\right)_t}{\left(\frac{K}{S}\right)_r} \right] \cdot 100 \quad (17)$$

ANMERKUNG Dieses Verfahren beinhaltet keine explizite Angleichung des Farbstärkekriteriums. Auf Grund der Annahme der Linearität zwischen der Kubelka-Munk-Funktion und der Konzentration liegt die Angleichung implizit gemäß der Formulierung von:

$$\frac{\left(\frac{K}{S}\right)_t}{\left(\frac{K}{S}\right)_r} = \frac{m_r}{m_t} \quad (18)$$

Dadurch kann Gleichung (17) in die definierende Gleichung (19) umgewandelt werden.

$$C_{rel} = \frac{m_r}{m_t} \cdot 100 \quad (19)$$

5.3.3 Auswertung der gewichteten K/S -Summe

Das Farbstärkekriterium ist die gewichtete K/S -Summe. Aus den Spektren der Saunderson-korrigierten Reflexionsfaktoren $R(\lambda)^*$ für die Prüf- und Bezugsproben werden die entsprechenden Kubelka-Munk-Funktionswerte $F(\lambda) = (K/S)(\lambda)$ berechnet und für beide Fälle die folgende gewichtete Summe gebildet:

$$T = \sum (400 - 700 \text{ nm}) g(\lambda) \cdot F(\lambda) \quad (20)$$

Die Funktion $g(\lambda)$ ist eine Gewichtungsfunktion, definiert als die Summe der Normspektralwertfunktionen $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ und $\bar{z}(\lambda)$ für einen 10° -Normalbeobachter (siehe Literaturhinweise [4]). Diese Gewichtungsfunktion ist eine empirische Funktion, jedoch ohne jegliche theoretische Begründung.

Die relative Farbstärke wird aus den gewichteten Summen und den Massenanteilen der Prüf- und Bezugsproben berechnet:

$$\begin{aligned} C_{rel} &= \left[\frac{(T_t \cdot m_r)}{(T_r \cdot m_t)} \right] \cdot 100 \\ &= \frac{\left(\frac{m_r}{T_r}\right)}{\left(\frac{m_t}{T_t}\right)} \cdot 100 \end{aligned} \quad (21)$$

ANMERKUNG Dieses Verfahren beinhaltet keine explizite Angleichung des Farbstärkekriteriums. Auf Grund der Annahme der Linearität zwischen der Kubelka-Munk-Funktion und der Konzentration, und damit auch zwischen der Kubelka-Munk-Funktion und dem Farbstärkekriterium T , beruht die Angleichung implizit in der Formulierung von Gleichung (21).