

# Inhalt

## Teil I Grundlagen 1

### 1 Einführung 3

- 1.1 Farbmittel 3
- 1.2 Farbeigenschaften 8
- 1.3 Zusammenfassung 11
- 1.4 Historische Anmerkungen und Literaturhinweise 12

### 2 Wie Farben von Spektren abhängen (Farbmetrik) 15

- 2.1 Vorbemerkungen 15
  - 2.1.1 Wesen und Bedeutung der Farbmetrik 15
  - 2.1.2 Reflexion und Transmission 17
- 2.2 Normvalenzsystem 20
  - 2.2.1 Spektralverteilung und Farbreiz 20
  - 2.2.2 Trichromatisches Prinzip 21
  - 2.2.3 CIE-System 23
- 2.3 Empfindungsgemäße Systeme 27
  - 2.3.1 Helligkeit, Farbton, Sättigung 27
  - 2.3.2 Physiologisch gleichabständige Systeme 28
  - 2.3.3 CIELAB-System 29
  - 2.3.4 Neue Systeme: CIE94 und CMC 37
  - 2.3.5 Farbordnungssysteme 40
- 2.4 Mathematische Statistik von Farbmaßzahlen 43
  - 2.4.1 Normalverteilung für drei Dimensionen 43
  - 2.4.2 Standardabweichungsellipsoid 47
  - 2.4.3 Standardabweichungen 52
  - 2.4.4 Farbmeßfehler und Signifikanz 56
  - 2.4.5 Akzeptierbarkeit 60
- 2.5 Liste der in den Formeln verwendeten Symbole 63
- 2.6 Zusammenfassung 65
- 2.7 Historische Anmerkungen und Literaturhinweise 68

**3 Wie Spektren von Lichtstreuung und -absorption abhängen  
(Phänomenologische Theorie)    71**

- 3.1 Vorbemerkungen    71
  - 3.1.1 Wesen und Bedeutung der phänomenologischen Theorie    71
  - 3.1.2 Multi-Kanal-Theorie    72
  - 3.1.3 Oberflächenphänomene    75
- 3.2 4-Kanal-Theorie    79
  - 3.2.1 Die Differentialgleichungen und ihre Integration    79
  - 3.2.2 Transmissionsgrad und Transmissionsfaktor    84
  - 3.2.3 Reflexionsgrad und Reflexionsfaktor    87
  - 3.2.4 Grenzfälle der Reflexion    91
  - 3.2.5 Bestimmung der Koeffizienten    94
- 3.3 Kubelka-Munk-Theorie    97
  - 3.3.1 Bedeutung und Formalismus    97
  - 3.3.2 Grenzfälle der Reflexion    99
  - 3.3.3 Bestimmung des Absorptions- und des Streukoeffizienten    103
- 3.4 Deckvermögen    105
  - 3.4.1 Allgemein    105
  - 3.4.2 Unbunte Schichten    106
  - 3.4.3 Streu- und Absorptionsanteil    109
- 3.5 Transparenz    111
  - 3.5.1 Wesen und Definition    111
  - 3.5.2 Färbevermögen    113
  - 3.5.3 Unbunte Schichten    114
- 3.6 Spektrales Bewertungsprinzip    116
  - 3.6.1 Wesen und Bedeutung    116
  - 3.6.2 Anwendung auf das Deckvermögen    118
  - 3.6.3 Anwendung auf Transparenz und Färbevermögen    122
- 3.7 Liste der in den Formeln verwendeten Symbole    124
- 3.8 Zusammenfassung    126
- 3.9 Historische Anmerkungen und Literaturhinweise    128

**4 Wie Lichtstreuung und -absorption vom Farbmittelgehalt abhängen  
(Beersches Gesetz, Streuwechselwirkung)    133**

- 4.1 Vorbemerkungen    133
  - 4.1.1 Wesen und Bedeutung des Konzentrationsbezuges    133
  - 4.1.2 Teilchengröße von Pigmenten    134
  - 4.1.3 Dispergierung von Pigmenten    136
  - 4.1.4 Maßzahlen für den Pigmentgehalt    137

4.2	Absorption und Farbmittelgehalt	141
4.2.1	Farbstoffe	141
4.2.2	Pigmente	142
4.3	Streuung und Pigmentgehalt	144
4.3.1	Streuwechselwirkung	144
4.3.2	Experimentelle Prüfung eines empirischen Ansatzes	147
4.4	Systematik der Pigment/Unbuntpasten-Mischung	149
4.4.1	Standardmethoden der Pigment/Pastenmischung	149
4.4.2	Bedeutung der Methoden	152
4.5	Kubelka-Munk-Funktionen der Pigment/Pasten-Mischung	153
4.5.1	Allgemeiner Ansatz	153
4.5.2	Schwarzpigmente in Mischung mit Weißpaste	155
4.5.3	Weißpigmente in Mischung mit Schwarzpaste	159
4.5.4	Buntpigmente in Mischung mit Weißpaste	162
4.6	Farbstärke	168
4.6.1	Bedeutung und Definition	168
4.6.2	Koloristische Angleichkriterien für Pigmente	171
4.6.3	Abmusterungsuntersuchungen	176
4.6.4	Helligkeitsangleich	182
4.6.5	Farbtiefeangleich	188
4.7	Spezielle Probleme	190
4.7.1	Aufhellvermögen	190
4.7.2	Restfarbabstand und Restfarbstich	193
4.7.3	Farbstärkeentwicklung	195
4.8	Liste der in den Formeln verwendeten Symbole	202
4.9	Zusammenfassung	205
4.10	Historische Anmerkungen und Literaturhinweise	208

## **5 Wie Lichtstreuung und -absorption von der Physik des Pigmentteilchens abhängen (Korpuskulartheorie) 213**

5.1	Vorbemerkungen	213
5.1.1	Wesen und Bedeutung der Korpuskulartheorie	213
5.1.2	Teilchengrößenverteilung	214
5.1.3	Die optischen Konstanten Brechzahl und Absorptionsindex	220
5.2	Theorie von Mie	224
5.2.1	Integration der Wellengleichung	224
5.2.2	Absorption und Streuung des Teilchenkollektivs	227
5.2.3	Aussagen über das Streuverhalten von Pigmenten	229
5.2.4	Aussagen über das Absorptionsverhalten von Pigmenten	232
5.3	Liste der in den Formeln verwendeten Symbole	234
5.4	Zusammenfassung	235
5.5	Historische Anmerkungen und Literaturhinweise	237

**Teil II Prüfmethoden 241**

**6 Messung und Bewertung von Körperfarben 243**

- 6.1 Reflexions- und Transmissionsmessung 243
  - 6.1.1 Glanzmessung und -beurteilung 243
  - 6.1.2 Meß- und Auswertebedingungen 248
- 6.2 Praktische Farbabstandsbewertung 254
  - 6.2.1 Probenherstellung 254
  - 6.2.2 Meßtechnik 255
  - 6.2.3 Purton 259
  - 6.2.4 Spezielle Probleme 264
- 6.3 Prüffehler 267
  - 6.3.1 Berechnung des Standardabweichungsellipsoids 267
  - 6.3.2 Veranschaulichung des erhaltenen Ellipsoids 269
  - 6.3.3 Gesamtfehler und seine Aufspaltung 272
- 6.4 Signifikanz 276
  - 6.4.1 Berechnung von Standardabweichungen 276
  - 6.4.2 Signifikanztest 278
- 6.5 Akzeptierbarkeit 281
  - 6.5.1 Probenherstellung 281
  - 6.5.2 Abmusterung und Farbmessung 282
  - 6.5.3 Auswertung und Beispiel 284
  - 6.5.4 Akzeptierbarkeit und Prüffehler 288

**7 Bestimmung von Deckvermögen und Transparenz 291**

- 7.1 Messung der Schichtdicke 291
  - 7.1.1 Auswahl des Verfahrens 291
  - 7.1.2 Gravimetrische Verfahren, Keilschnitt- und Differenzdicken-Verfahren 293
  - 7.1.3 Pneumatisches Verfahren 295
- 7.2 Streu- und Absorptionskoeffizienten 298
  - 7.2.1 Kubelka-Munk-Koeffizienten  $S$  und  $K$  von Weißpigmenten 298
  - 7.2.2 Kubelka-Munk-Koeffizienten  $S$  und  $K$  von Schwarz- und Buntpigmenten 302
  - 7.2.3 4-Kanal-Koeffizienten  $s^+$ ,  $s^-$ ,  $k'$  306
- 7.3 Transparenz 311
  - 7.3.1 Ein- und Mehrpunktverfahren 311
  - 7.3.2 Nach dem spektralen Bewertungsprinzip 314
- 7.4 Deckvermögen 317
  - 7.4.1 Allgemein, graphisches Verfahren 317
  - 7.4.2 Unbunt 320

7.4.3 Nach dem spektralen Bewertungsprinzip	326
7.4.4 Ökonomische Fragen	334

**8 Bestimmung von Farbstärke und Aufhellvermögen**      339

8.1 Farbmittelgehalt	339
8.1.1 Farbstoffe	339
8.1.2 Pigmente	340
8.2 Relative Farbstärke	341
8.2.1 Farbstoffe	341
8.2.2 Anorganische Schwarz- und Buntpigmente (Helligkeitsangleich)	343
8.2.3 Organische Pigmente (FIAF-Verfahren nach dem spektralen Bewertungsprinzip)	349
8.2.4 Farbstärkeentwicklung	354
8.3 Aufhellvermögen	361
8.3.1 Graphisches Verfahren	361
8.3.2 Rationalisiertes Verfahren	364
8.3.3 PVK-Abhängigkeit aus einer Grauabmischung	367

**Anhang 1, Normentabelle**      373

**Sachregister**      378

**Namenregister**      384