

Grundlagen der Farbtechnologie

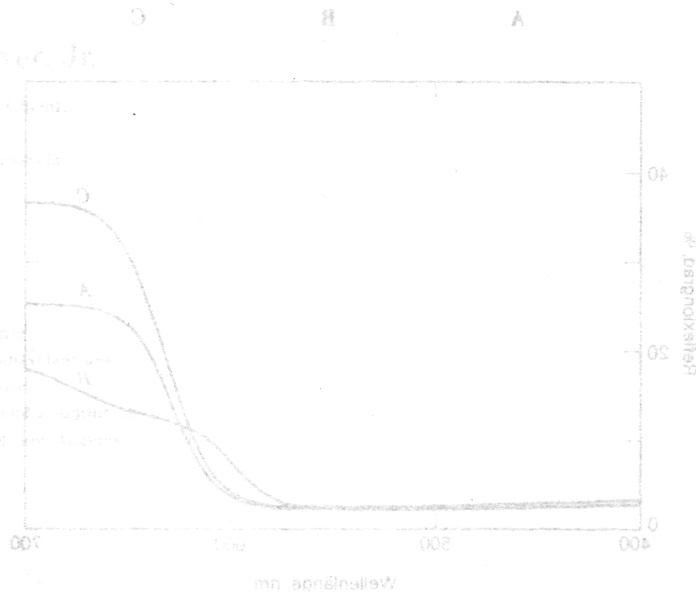
2. WEITE AUFLAGE

Fried. W. Billmeyer, Jr.

Lehrstuhl für Farbwissenschaften
am Institut für Textil- und
Faserforschung
der Universität Stuttgart

Wiley-VCH Verlag GmbH

Die Farbwissenschaften sind ein
vielfaches und komplexes
Fachgebiet, das die
physikalischen, chemischen
und biologischen Grundlagen
der Farberzeugung und
Farbmetrisierung umfasst.



Die Farbwissenschaften sind ein
vielfaches und komplexes
Fachgebiet, das die
physikalischen, chemischen
und biologischen Grundlagen
der Farberzeugung und
Farbmetrisierung umfasst.

Die Farbwissenschaften sind ein
vielfaches und komplexes
Fachgebiet, das die
physikalischen, chemischen
und biologischen Grundlagen
der Farberzeugung und
Farbmetrisierung umfasst.

WILEY-VCH VERLAG - GÖTTINGEN

Grundlagen der Farbtechnologie

ZWEITE AUFLAGE

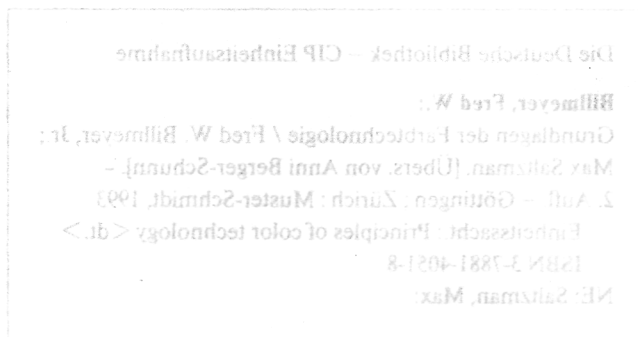
Zur Fertigstellung an Walter H. Rauen, durch dessen Anregung und Unterstützung
das Institut für Geophysik und Raumforschung ermöglicht wurde

Fred W. Billmeyer, Jr.

Professor der analytischen Chemie
Chemische Fakultät
Polytechnisches Institut Rensselaer
Troy, New York

Max Saltzman

Honorarprofessor für Chemie
Polytechnisches Institut Rensselaer und
wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Institut für Geophysik und Raumforschung
Universität von Kalifornien, Los Angeles



MUSTER-SCHMIDT VERLAG · GÖTTINGEN · ZÜRICH

Inhalt

Kapitel 1 Was ist Farbe? 1

- A. Worüber in diesem Buch berichtet wird 1
- B. Die physikalischen Reize 2
 - Lichtquellen 3
 - Wie Stoffe Licht verändern 8
 - Transmission 8
 - Absorption 10
 - Streuung 11
 - Andere Aspekte des Aussehens (Appearance) 13
 - Spektrale Eigenschaften von Stoffen 13
- Erkennen von Licht und Farbe 15
- Zusammenfassung 17
- C. Die Beschreibung von Farben 17
 - Der Versuch auf der einsamen Insel („Desert Island“) 18
 - Farbkoordinaten 19
- D. Das Aussehen farbiger Proben 20
 - Lichtquellen, Farbwiedergabe und Farbumstimmung 20
 - Metamerie 21
- E. Zusammenfassung 23

Kapitel 2 Die Beschreibung von Farben 25

- A. Systeme, die durch Farbproben dargestellt sind 25
 - Willkürliche Anordnungen 25
 - Anordnungen, die sich aus dem Verhalten von Farbmitteln ableiten 26
 - Anordnungen, die auf Farbmischregeln beruhen 26
- B. Das Oswald-System 26
 - Anordnungen, die eine visuell gleichabständige Stufung zeigen 28
 - Das Munsell-System 28
 - Das gleichabständige OSA-System (OSA Uniform Color Scales) 30
 - Das natürliche Farbsystem (Natural Color System) 30
 - Farbkosmos 5000 (Chroma Cosmos 5000) 30
 - Die universelle Farbsprache 31

- B. Das CIE-System 34
 - CIE Normlichtquellen und Normlichtarten 34
 - CIE Normalbeobachter 37
 - Der farbmeßtechnische Normalbeobachter CIE 1931 (Der 2° Normalbeobachter) 37
 - Der farbmeßtechnische Großfeld-Normalbeobachter CIE 1964 (Der 10° Normalbeobachter) 40
 - Berechnung der CIE Normfarbwerte 44
 - Normfarbwertanteile und CIE Normfarbtafel 47
 - Metamerie 52
- C. Systeme mit besser gleichabständigen Farbräumen 56
 - Lineare Transformationen des CIE-Systems 57
 - Gegenfarben-Systeme 59
 - Nichtlineare Transformationen des CIE-Systems 60
 - Helligkeitsskalen 60
 - Gleichabständige Farbräume 62
 - Eindimensionale Farbmaßstäbe 64
 - Vergilbungsskalen 65
 - Andere eindimensionale Farbskalen 66
 - Grenzen eindimensionaler Skalen 66
 - Weißgrad 66
- D. Zusammenfassung 66

Kapitel 3 Farb- und Farbabstandsmessung 67

- A. Grundlagen der Farbmessung 67
 - Prüfung 67
 - Auswertung 68
 - DENKE und SCHAU HIN 69
- B. Die Probe 69
 - Zu prüfende Proben 69
 - Probenvorbereitung 70
 - SCHAU WIEDER HIN 71
- C. Visuelle Farbmessung 71
 - Probe und Standard 72
 - Probe und eine Gruppe von Standards 73
 - Meßgeräte, bei denen das Auge als Empfänger verwendet wird 75
 - Farbkreis Kolorimetrie 75
 - Farbkomparatoren für Flüssigkeiten 76
 - Verbesserte Meßgeräte 76
- D. Instrumentelle Farbmessung 77
 - Methoden und ihre Merkmale 77
 - Unverändertes Licht 77
 - Drei farbige Lichtquellen 77
 - Monochromatisches Licht 78
 - Spektralphotometrie 78
 - Lichtquelle, Monochromator und Empfänger 78
 - Verkürzte Spektralphotometrie 79
 - Probenbeleuchtung und -beobachtung 79
 - Berechnung der CIE-Koordinaten 81
 - Normung und Genauigkeit 82
 - Kolorimetrie 85
 - Der Zusammenhang von Lichtquelle und Empfänger 85

Koordinaten Maßstäbe	86
Gerätemetamerie	87
Eichung und Differenzmessungen	87
Die Auswahl eines Farbmeßgerätes	89
Merkmale der aktuellen Meßgeräte	90
Geschwindigkeit	90
Reproduzierbarkeit	90
Rechnerkapazität	90
Zusatzgeräte	90
Spektralphotometer	90
Diano Hardy II	90
Diano Match-Scan	91
Die Gruppe der Hunter D 54 Meßgeräte	92
ACS Spectro-Sensor	92
Die Gruppe der IBM 7409 Geräte	92
Verkürzte Spektralphotometer	93
Die Gruppe der Macbeth 2000 Geräte	93
Kolorimeter	95
Die Gruppe der Hunter D 25 und Garner XL Geräte	95
Die Gruppe der Macbeth 1500 Geräte	96
E. Farbabstandsbestimmung	96
Auswertung mit visuellen Methoden	97
Auswertung mit meßtechnischen Methoden	97
Gleichungen, die auf Munsell Werten beruhen	98
Gleichungen, die auf Werten von gerade sichtbaren Farbabständen beruhen	99
Farbabstandsformeln, die auf der Standardabweichung von Farbmusterungen beruhen	100
Die z. Zt. gültigen CIE Empfehlungen	101
Wahrnehmbarkeit gegen Akzeptierbarkeit	105
Der richtige Gebrauch von Farbabstandsberechnungen	105
F. Spezifikationen von Farben und Toleranzen	106
G. Zusammenfassung	109

Kapitel 4 Farbmittel 111

A. Einige Sätze zur Terminologie	111
B. Farbstoffe gegen Pigmente	112
Löslichkeit	113
Chemische Struktur	114
Transparenz	114
Die Anwesenheit eines Bindemittels	115
Zusammenfassung	115
C. Die Einteilung von Farbmitteln	115
Der Colour Index	115
Besondere Farbmittel - Fluoreszenzfarben und Plättchen	118
D. Die richtige Auswahl von Farbmitteln	119
Informationsquellen	120
Fachleute	120
Lieferanten von Farbmitteln	120
Bücher- und Fachzeitschriften	120
Die Erfahrung der Verbraucher	121
Allgemeine Grundsätze für die Auswahl von Farbmitteln	121

- E. Farbe als technischer Werkstoff 122
 - Die verschiedenen Bedeutungen des Wortes Farbe 122
 - Technische Eigenschaften von Farbmitteln 124
 - Farbgrenzen 125
 - Die Auswahl von Farbmitteln 130
- F. Blick in die Zukunft 131
- G. Zusammenfassung 132

Kapitel 5 Die industrielle Technologie des Färbens 133

- A. Die Farbmischgesetze 134
 - Additive Mischung 134
 - Einfache subtraktive Mischung 137
 - Komplexe subtraktive Mischung 139
- B. Farbnachstellung 141
 - Arten der Farbnachstellung 141
 - Unbedingt gleiche Nachstellungen 142
 - Bedingt gleiche (metamere) Nachstellungen 144
 - Die Auswahl von Farbmitteln 146
 - Die Zielvorstellungen bei der Farbnachstellung 146
 - Ersteinstellungen 147
 - Die Nachstellung von Farben auf dem gleichen Material 147
 - Die Nachstellung von Farben auf unterschiedlichen Materialien 147
 - Die Identifizierung von Farbmitteln 148
 - Aufeinander abgestimmte Farben 149
 - Der Ersatz von Farbmitteln 149
 - Farbstärke 150
 - Visuelle Methoden 150
 - Meßtechnische Methoden – Farbstoffe 151
 - Meßtechnische Methoden – Pigmente 152
 - Farbtiefe 152
 - Das Erstrezept 152
 - Visuelle Nachstellung 153
 - Meßtechnische Hilfen 154
 - Rechnerunterstützte Farbnachstellungen 162
 - Korrektur der ersten Ausfärbung 167
- C. Die Kontrolle der Farbe in der Produktion (Qualitätskontrolle) 168
 - Überwachung 169
 - Der Wert von Meßgeräten 169
 - Der Einfluß der Prozeßvariablen 169
 - Mehr als nur Messungen 169
 - Endeinstellung 169
 - Steuerung 171
- D. Andere Gesichtspunkte des Aussehens 172

Kapitel 6 Probleme der Farbtechnologie und zu erwartende Entwicklungen 173

- A. Ungelöste Probleme 173
 - Probleme, die mit der Farbmessung in Beziehung stehen 173
 - Normlichtquellen 173

Beobachterunterschiede	174
Metamerieindizes	176
Farbwiedergabeindizes	177
Probleme mit Farbunterschieden	178
Probleme, die mit der Messung zusammenhängen	180
Übereinstimmung von Meßgeräten	180
Probleme, die mit der Meßgeometrie zusammenhängen	182
Proben mit besonderen Eigenschaften	182
Probleme, die mit der Rezeptberechnung zusammenhängen	183
Probleme mit herkömmlichen Proben und der herkömmlichen Theorie	183
Proben mit besonderen Eigenschaften	185
B. Entwicklungstendenzen	186
Spezifikationen zur Kennzeichnung des Aussehens von Farben	186
Subjektive (empfindungsgemäße) Begriffe zur Beschreibung von Farben	186
Objektive Begriffe zur Beschreibung von Farben	187
Farbumstimmung	188
Anspruchsvollere Theorien der Lichtstreuung	189
C. Möglichkeiten zur Fortbildung	191
Regelmäßig angebotene Schulungskurse	192
Universitätskurse	192
Kurse von technischen Organisationen	192
Kurse von Herstellern	192
Berufsorganisationen	193
Literatur	194
D. Zurück zu den Grundlagen	194

Kapitel 7 Mit Kommentaren versehene Literatur 197

A. Bücher	197
B. Zeitschriften und Sammelbände	201
C. Farbwahrnehmung, die Beschreibung und das Aussehen von Farben	203
D. Farbordnungssysteme	204
E. Farbmessung	205
F. Farbabstandsmessung	207
G. Farbmittel	209
H. Farbnachstellung	210

Literaturverzeichnis 213

Namenverzeichnis 229

Stichwortverzeichnis 233