

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Die Autoren	VII
Prof. Dr.-Ing. Martin Bastian	VII
Dr. rer. nat. Thomas Hochrein	VIII
1 Kunststoffe und Farbe	1
1.1 Motivation und Zielsetzung	1
1.2 Bedeutung von Kunststoffen und Additiven	3
1.3 Bedeutung der Farbe für Kunststoffherzeugnisse	10
1.4 Allgemeine Entwicklungstrends und ihre Folgen	13
2 Wahrnehmung von Farbe	17
2.1 Einführung	17
2.2 Physiologische Grundlagen	20
2.3 Psychologische Grundlagen	25
2.4 Physikalische Grundlagen	28
2.4.1 Grundlagen zur Lichtstrahlung sowie zur additiven und subtraktiven Farbmischung	28
2.4.2 Reflexion, Brechung, Absorption, Transmission und Emission ..	35
2.5 Farbwahrnehmung in der Praxis – Appearance	41
2.5.1 Menschlicher Farbeindruck	42
2.5.2 Wege zur Objektivierung des Farbeindrucks	44
2.5.3 Appearance zur Beschreibung des farblichen Gesamteindrucks	48
3 Prüfen und Bewerten des Erscheinungsbildes von Erzeugnissen	53
3.1 Einführung	54
3.1.1 Farbvorlagesysteme zur Farbauswahl und Festlegung von Farbstandards	56
3.2 Lichtquelle, Lichtart, Normlichtart und Metamerie	58

3.3	Beobachter	62
3.4	Objekt	65
3.5	Farbsystem (Farbraum)	66
3.6	Farbdifferenz und Farbtoleranz	72
3.7	Prüfen der Farbe	75
3.7.1	Farbmessgeräte für flächige Proben	78
3.7.2	Farbmessgeräte für Schüttgüter	82
3.7.3	Schnelltest zur Bestimmung alterungsbedingter Farbveränderungen	87
3.8	Glanz, Haze, Orange Peel und Transparenz	90
3.8.1	Appearance-Messgeräte	96
3.9	Qualitätssicherung	97
3.10	Farbkommunikation	101
4	Farbmittel für Polymere	109
4.1	Einführung	109
4.1.1	Einteilung von Farbmitteln, Colour-Index	111
4.1.2	Charakterisierung von Farbmitteln, Farbstärke und Farbtiefe ...	113
4.2	Anforderungen an Farbmittel bzw. Farbpräparationen	116
4.2.1	Technologische Anforderungen an Farbmittel bzw. Farbpräparationen	119
4.2.1.1	Chemische Beständigkeit	119
4.2.1.2	Hitzestabilität	120
4.2.1.3	Lichtstabilität, Gelbwert, Blauwollskala, Lichtalterung ..	124
4.2.1.4	Wetterechtheit, Graumaßstab	127
4.2.1.5	Migrationsechtheit, Ausblühen, Ausbluten	127
4.2.1.6	Schwindung und Verzug	129
4.2.2	Gesetzliche Anforderungen an Farbmittel	131
4.3	Farbentstehung	135
4.4	Prinzipielle Eigenschaften der Farbmittel	138
4.5	Prinzipielle Eigenschaften der Farbstoffe	139
4.6	Prinzipielle Eigenschaften der Pigmente	141
4.6.1	Organische Pigmente	150
4.6.2	Anorganische Pigmente	152
4.6.3	Anorganische Effektpigmente	156
5	Alterung von Polymeren	173
5.1	Einführung	173
5.1.1	Einflussfaktoren auf die Alterung und Reaktionsmechanismen ..	179
5.1.1.1	Einfluss der Verarbeitung auf die Alterung	182
5.1.1.2	Einfluss der Strahlung und Proben-temperatur auf die Alterung	183
5.1.1.3	Einfluss der Farbmittel auf die Alterung	192

5.2	Prüfkriterien zur Alterung bezüglich Aussehen und Oberflächeneigenschaften	195
5.3	Prüfung der Alterung durch Freibewitterung	199
5.4	Prüfung der Alterung durch künstliche Bewitterung	202
5.5	Korrelation und Zeitraffung zwischen Frei- und Gerätebewitterung	207
6	Festlegung der Farb Rezeptur beim Einfärben von Polymeren ..	209
6.1	Einführung	209
6.2	Farbrezepturberechnung	211
6.2.1	Prinzipielle Vorgehensweise zur Farbrezepturberechnung	211
6.2.2	Theorie des optischen Strahlungstransports	213
6.2.2.1	Einfach- und Mehrfachstreuung	213
6.2.2.2	Strahlungstransport-Gleichung	215
6.2.2.3	Ansatz von <i>Kubelka</i> und <i>Munk</i>	216
6.2.3	Ermittlung der optischen Konstanten	219
6.2.4	Verfahren zur Berechnung und zur Korrektur von Farbrezepturen	223
6.2.4.1	Eichausfärbungen	223
7	Grundlagen zum Mischen	231
7.1	Strömungsverhältnisse beim Mischen	233
7.2	Distributives Mischen	242
7.2.1	Längsmischen	242
7.2.2	Quermischen	247
7.3	Dispergieren von Pigmenten	249
7.4	Flüssig/Flüssig-Mischen	266
8	Einfärben von Polymeren	273
8.1	Einführung	273
8.1.1	Farbmitteleinsatz	276
8.1.2	Materialbedingte Einflüsse auf das Erscheinungsbild	277
8.1.3	Verfahrens- und prozessspezifische Einflüsse auf das Erscheinungsbild	285
8.1.4	Mögliche Verarbeitungsfehler	287
8.2	Einfärben mit Pulverpigmenten, Masterbatch- oder Monokonzentratfertigung	290
8.3	Einfärben von Polymeren mit Masterbatches oder Monokonzentraten ..	296
8.4	Einfärben von Polymeren mit Flüssigfarben	302
8.5	Vergleich verschiedener Möglichkeiten zum Selbsteinfärben	305
8.5.1	Einfärbestrategie „Rundumversorgung aus einer Hand“	308
8.5.2	Einfärbestrategie „Alles in eigener Regie“	309
8.5.3	Einfärbestrategie „Alles von diversen Lieferanten besorgen“	311
8.6	Nachträgliches Einfärben von Kunststoffbauteilen	312

9	Anlagentechnik zum Einfärben von Polymeren	315
9.1	Einführung zum Compoundieren	315
9.2	Anlagenaufbau und Prozessschritte beim Einfärben	317
9.3	Compoundiermaschinen zum Einfärben	324
9.3.1	Einschneckenextruder (bzw. Spritzgießmaschinen)	327
9.3.2	Gleichdrall-Doppelschneckenextruder	333
9.3.2.1	Allgemeines zum Gleichdrall-Doppelschneckenextruder	333
9.3.2.2	Schneckenelemente des Gleichdrall-Doppelschneckenextruders	336
9.3.2.3	Berechnung des Prozessverhaltens des Gleichdrall-Doppelschneckenextruders	351
9.3.3	Gegendrall-Doppelschneckenextruder	364
9.3.4	Ko-Knetter	382
9.3.5	Ringextruder	395
9.3.6	Planetwalzenextruder	401
10	Ersatzgrößen und prozessnahe Methoden zur Bewertung eingefärbter Produkte	419
10.1	Druckfiltertest zur Dispergiertgüteprüfung	421
10.1.1	Grundlagen des Druckfiltertests	422
10.1.2	Filtrierprozess und Siebwahl	428
10.1.3	Abhängigkeiten von der Füllstoffgeometrie	431
10.1.4	Prozessnaher Einsatz des Druckfiltertests	432
10.1.4.1	Anlagenkonzept zur Materialoptimierung	432
10.1.4.2	Durchführung des Online-Druckfiltertests	435
10.1.4.3	Anwendungsbeispiele für den Online-Druckfiltertest	436
10.2	Beurteilung extrudierter Folien	439
10.3	Prozessnahe Farbmessung	440
10.3.1	Automatisierte Farbmessung am Granulat	442
10.3.1.1	Anlagenkonzept zur automatischen Granulatfarbmessung	442
10.3.1.2	Regelkreis mit Rezeptierung	444
10.3.2	Farbmessung in der Schmelze	447
10.3.2.1	Sondenaufbau	448
10.3.2.2	Detektoren und Beleuchtungsquellen	451
10.3.3	Kalibrierung, Stabilität und Einflussfaktoren	454
10.3.3.4	Thermochromie	456
10.3.3.5	Korrelation mit Laborgeräten	458
10.3.3.6	Anfahr- und Regelstrategie	459
10.3.3	Prozessfarbmessung am Extrudat	462
Index		469