

Inhalt

Vorwort	XIII
Der Autor	XV
1 Thermoaktivierbare Beschichtungen	1
1.1 Einführung	1
1.2 Was fällt unter den Begriff Kunststoff?	1
1.3 Begriffsbestimmung	2
1.4 Aufbau thermoaktivierbarer Beschichtungen	5
1.4.1 Bindemittel	5
1.4.2 Pigmente	5
1.4.3 Füllstoffe	6
1.4.4 Additive	6
1.4.5 Lösemittel	6
1.4.6 Rheologieadditive, Dispergieradditive	6
1.5 Charakteristische Merkmale von thermoaktivierbaren Beschichtungen	7
1.5.1 Filmbildung als Verarbeitungsmerkmal	7
1.5.2 Verschiedene Arten der Filmbildung	8
1.5.2.1 Filmbildung aus organischen Lösemitteln	9
1.5.2.2 Filmbildung aus wässrigen Lösemitteln	10
1.5.2.3 Filmbildung aus wässrigen Dispersionen	11
1.5.2.4 Filmbildung aus organischen Dispersionen	13
1.5.3 Haftfestigkeit als Beschichtungseigenschaft	15
1.5.3.1 Beschaffenheit von Aluminiumoberflächen	16
1.5.3.2 Warmwalzen von Aluminium	17

1.5.3.3	Kaltwalzen und Glühen von Aluminium	17
1.5.3.4	Walzöle und Walzemulsionen	19
1.5.3.5	Bildung und Aufbau einer gewalzten Aluminium-oberfläche	20
1.5.3.6	Haftfestigkeitsverlust – eine chemische Reaktion an der Aluminiumoberfläche	22
1.5.4	Kunststoffoberflächen	24
1.5.4.1	Beschaffenheit von Kunststoffoberflächen	25
1.5.4.2	Benetzung und Oberflächenenergie	26
1.5.4.3	Aktivierung von Kunststoffoberflächen	28
1.5.4.4	Fehlstellen an der Substratoberfläche, Einschlüsse und Verunreinigungen	29
1.5.5	Die Siegelnhaftfestigkeit als Dichtigkeitsmerkmal	29
1.5.5.1	Die Prinzipien des „Heißversiegelns“	30
1.5.5.2	Grundlagen verschiedener Adhäsionsmechanismen	31
1.5.5.3	Heißsiegelverfahren	32
1.5.5.4	Aufheiztemperatur, Pseudo-Adhäsion und Kohäsiv-Adhäsion, Schmelze	34
1.5.6	Warmnahtfestigkeit als Dichtigkeitsmerkmal	35
1.5.6.1	Testverfahren für die Warmnahtfestigkeit	35
1.5.6.2	Prüfgeräte und Prüfverfahren mit der Messgröße Trennkraft	36
1.5.6.3	Prüfgeräte und Prüfverfahren mit der Messgröße Trennweg	36
1.5.6.4	Definition der Abzugscharakteristik – Lock Seal/Peel/ Easy Peel/Soft Peel und des Bruchbildes	38
1.5.6.5	Beurteilung der Haftfestigkeit und der Siegelnah-eigenschaften	38
1.5.6.6	Beispiele für Bruchbilder	39
1.5.7	Gleitfähigkeit von beschichteten Oberflächen – Reibungskoeffizienten	40
1.5.8	Dichtigkeit von Verpackungen	41
1.5.9	Porendichtigkeit bei Aluminium-Abdeckungen	43
1.5.10	Lebensmittelechtheit und Füllgutbeständigkeit	46

2	Chlorhaltige thermoaktivierbare Beschichtungen	57
2.1	Allgemeines	57
2.2	Polyvinylchlorid-Homopolymer (PVC)	58
2.3	Vinylchlorid-Vinylacetat-Copolymere (VC/VAc)	64
2.4	Vinylchlorid-Vinylisobutylether-Copolymere (VC/VIBE)	67
2.5	Vinylchlorid-Vinylacetat-Terpolymere mit Dicarbonsäuren (VC/VAc-DCA)	69
2.6	Vinylchlorid-Vinylacetat-Terpolymere mit Hydroxylgruppen (VC/VAc-OH)	70
2.7	Vinylchlorid-Vinylacetat-Copolymere mit Epoxid-Gruppen (VC/VAc-EP)	72
2.8	Vinylchlorid-Hydroxy(meth)acrylat-Copolymere (VC/Ac-OH)	73
2.9	Chemie und Eigenschaften	75
2.9.1	Thermoaktivierbare Beschichtungen, siegelfähig gegen Polyvinylchlorid und amorphen Polyester auf metallischen Untergründen	75
2.9.2	Siegelcharakteristika verschiedener VC/VAc-Terpolymere mit Dicarbonsäuren	76
2.9.3	Oberflächenbeschaffenheit von lackierten thermoaktivierbaren Beschichtungen auf Aluminium-Substraten	78
2.9.4	Verschiebung des Siegelbeginns in Abhängigkeit vom Vinylacetat-Anteil	79
2.9.5	Einstellung der Haftfestigkeit und Siegelnahtfestigkeiten	82
2.9.6	Abmischungen von Vinylchlorid-Vinylacetat-Terpolymeren mit Vinylchlorid-Vinylacetat-Copolymeren	82
2.9.7	Untersuchungen zur Siegelnahtfestigkeit und Haftfestigkeit an Abmischungen von Vinylchlorid-Vinylacetat-Terpolymeren mit Vinylchlorid-Vinylacetat-Copolymeren und Vinylchlorid-Homopolymeren	84
2.9.8	Siegelnahtfestigkeit in Abhängigkeit vom Auftragsgewicht	87
2.9.9	Wasserfestigkeit von chlorhaltigen thermoaktivierbaren Beschichtungen	89
2.9.10	Wasserfestigkeit – in Abhängigkeit von Temperatur und Zeit	92
2.9.10.1	Wasserfestigkeiten bei Siegelung gegen Polyvinylchlorid	92
2.9.10.2	Wasserfestigkeiten bei Siegelung gegen amorphe Polyester	103

2.9.11	Sterilisationsverhalten von chlorhaltigen thermoaktivierbaren Beschichtungen	109
2.9.12	Das Weißanlaufen von chlorhaltigen thermoaktivierbaren Beschichtungen unter Wassereinfluss	113
2.9.13	Vernetzungen von chlorhaltigen thermoaktivierbaren Beschichtungen	119
2.9.14	Optimierung der Vernetzung - Beurteilung der Eigenschaften ...	124
3	Polyacrylathaltige thermoaktivierbare Beschichtungen	133
3.1	Allgemeines	133
3.2	Acrylathaltige Bindemittel zur Verwendung für thermoaktivierbare Beschichtungen	135
3.2.1	Thermoplastische Acrylatharze	136
3.2.2	Vernetzbare und reaktive Acrylatharze	147
3.2.3	Hydroxyfunktionelle Acrylatharze	148
3.2.4	Carboxyfunktionelle Acrylatharze	149
3.2.5	Amino-, amidofunktionelle Acrylatharze	150
3.2.6	Epoxyfunktionelle Acrylatharze	151
3.3	Chemie und Eigenschaften	152
3.3.1	Thermoaktivierbare Beschichtungen mit Polyacrylat-Harzen	152
3.3.2	Abmischungen von VC/VAC-Terpolymeren mit verschiedenen Polyacrylat-Harzen	153
3.3.3	Thermoaktivierbare Beschichtungen für Pharmaanwendungen, siegelfähig gegen Polyvinylchlorid, Polyvinylidenchlorid und kaltverformbares Bodenmaterial	161
3.3.4	Thermoaktivierbare Beschichtungen gegen amorphe Polyester- Bodenmaterialien (APET und GPET)	173
3.3.5	Gleitfähige thermoaktivierbare Beschichtungen, siegelnd gegen Polyvinylchlorid	180
3.3.6	Thermoaktivierbare Beschichtungen mit sehr hohen Siegelnahtfestigkeiten	182
3.3.7	Zusammenhang zwischen Trocknungstemperaturen, Siegelnah- festigkeiten, Haftfestigkeit und Bruchbildern von thermoaktivier- baren Beschichtungen bei Pharmaabdeckungen	185
3.3.8	Thermoaktivierbare Beschichtungen für Molkereiabdeckungen, siegelfähig gegen Polystyrol-Behältnisse	190

3.3.8.1	Siegelung und Bruchbild am Bechermaterial mit Anriss- und Weiterreißeigenschaften	193
3.3.8.2	Warmnahtfestigkeit (Hot Tack) und Platzdruck (Burst-Pressure) an gefüllten Bechern unter warmen Abfüllbedingungen („hot-fill“)	208
3.3.8.3	Beurteilung der Gleitreibungseigenschaften (COF) für die Stapel- bzw. Entstapelbarkeit von vorgestanzten Platinen	209
3.3.8.4	Porentest (Pinhole-Test) für Aluminium-Abdeckungen zur Beurteilung der homogenen und geschlossenen Filmbildung der Beschichtung	211
3.3.8.5	Füllgutbeständigkeit mittels Buttermilchtest	213
4	Olefinhaltige thermoaktivierbare Beschichtungen	219
4.1	Allgemeines	219
4.2	Polyethylen	220
4.3	Polypropylen	224
4.4	Polypropylen-Polyethylen-Copolymere und amorphe Polyolefine	227
4.5	Amorphe und schwach kristalline Polyalphaolefine	228
4.6	Polyolefin-Dispersionen in organischen Lösemitteln	230
4.7	Polyolefinische Elastomere	238
4.8	Thermoplastische Kohlenwasserstoff-Harze	243
4.8.1	Aliphatische KW-Harze	243
4.8.2	Aliphatisch/aromatische KW-Harze	243
4.8.3	Aromatische KW-Harze	244
4.8.4	KW-Harze aus Styrol/α-Methylstyrol-Monomeren	244
4.8.5	KW-Harze aus hydrierten Styrol/α-Methylstyrol-Monomeren	244
4.8.6	Hydrierte KW-Harze	244
4.8.7	Untersuchungen zur Thermostabilität verschiedener KW-Harze	248
4.9	Chemie und Eigenschaften	250
4.9.1	Thermoaktivierbare Beschichtungen aus Polyolefin-Dispersionen für Aluminium-Abdeckungen, vorwiegend siegelfähig gegen Polypropylen-Behältnisse	250
4.9.1.1	Standard-Polyolefin-Dispersionen	250

4.9.1.2	Polyolefin-Dispersionen mit Styrol/Elastomeren und aromatischen Kohlenwasserstoff-Harzen (LSG KK)	254
4.9.1.3	Polyolefin-Dispersionen mit Styrol/Elastomeren, aromatischen Kohlenwasserstoff-Harzen (LSG KK) sowie Füllstoff-Anreibungen (ANR)	258
4.9.1.4	Polyolefin-Dispersionen mit Styrol/Elastomeren, aromatischen Kohlenwasserstoff-Harzen (LSG KK) sowie Antiblock (ANR)	263
4.9.1.5	Phenol/Epoxid-Harze und Polyolefin-Dispersionen	270
4.9.1.6	Phenol-Resol/Co-Polyester-Harze und Polyolefin-Dispersionen	280
4.9.1.7	Porendichtigkeit und Korrosionsbeständigkeit	285
4.9.1.8	Sterilisation durch Dampf-Autoklavierung	285
5	Polyesterhaltige thermoaktivierbare Beschichtungen	291
5.1	Allgemeines	291
5.2	Herstellung von linearen, hochmolekularen, gesättigten Polyester	297
5.3	Kristallisierungsverhalten von Polyethylenterephthalat	299
5.4	Nukleierung	300
5.5	Lineare amorphe hochmolekulare gesättigte Copolyester	301
5.6	Verzweigte amorphe, hochmolekulare Copolyester	307
5.7	Gesättigte hydroxyfunktionelle Copolyester	309
5.8	Biopolyester	311
5.8.1	Biohomopolyester	311
5.8.2	Biocopolyester	312
5.8.3	Bioterpolyester	312
5.9	Chemie und Eigenschaften	313
5.9.1	Thermoaktivierbare Beschichtungen aus Copolyester-Harzen für Aluminium und Polyester-Abdeckungen	313
5.9.2	Copolyesterhaltige thermoaktivierbare Beschichtungen	315
5.9.3	Polyesterhaltige Grundierungen für thermoaktivierbare Beschichtungen	325
5.9.4	Haftvermittler und thermoaktivierbare Beschichtungen für spezielle transparente Polyester-Abdeckungen und Behältnisse ..	333

6	Thermoaktivierbare Beschichtungen mit kombinierten Siegeleigenschaften	341
6.1	Allgemeines	341
6.2	Theoretische Betrachtungsweise der Vorgänge bei der Heißversiegelung von thermoaktivierbaren Beschichtungen	342
6.3	Systeme mit kombinierten Siegeleigenschaften nach dem Stand der Technik	343
6.4	Chemie und Eigenschaften	356
6.4.1	Thermoaktivierbare Beschichtungen mit kombinierten Siegeleigenschaften laut Stand der Technik	356
6.4.2	Thermoaktivierbare Beschichtungen mit kombinierten Siegeleigenschaften haftend auf Aluminium	370
6.4.3	Thermoaktivierbare Beschichtungen mit kombinierten Siegeleigenschaften, haftend auf Aluminium und Polyester	382
6.4.4	Porendichtigkeit von verschiedenen thermoaktivierbaren Beschichtungen mit kombinierten Siegeleigenschaften	411
6.4.5	Sterilisations- und UV-Beständigkeit von thermoaktivierbaren Beschichtungen mit kombinierten Siegeleigenschaften	412
7	Überblick über relevante thermoaktivierbare Beschichtungen	417
8	Anwendungen von thermoaktivierbaren Beschichtungen	441
8.1	Verbraucher und Konsumenten	441
8.1.1	Lidding-Reel-Fed-Getränke	441
8.1.2	Aluminiumkapselsysteme	442
8.1.3	Aluminium-Deckel/Deckel	443
8.1.4	Aluminium-Foil-Behälter	443
8.1.5	Abdeckmaterial	443
8.1.6	Flexible Filmabdeckung	445
8.1.7	Leicht abziehbare Abdeckung für Glasbehälter	446
8.2	Pharma und Healthcare	446
8.2.1	Deckelfolien für Blisterpackungen	446
8.2.2	Kaltverformbare Folie für Barrierefleister	447
8.2.3	Pharmazeutische Verpackungen mit Anti-Haft-Effekt	448

8.2.4 Pharmazeutische Streifenverpackungen mit Durchdrückmechanismus	448
8.2.5 Pharmazeutische Verpackungsfolie für Spritzen und Katheter ...	449
8.2.6 Pharmazeutische Abdeckfolie für Kontaktlinsenverpackungen ..	449
Abkürzungen	451
Danksagung	455
Index	457