

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung und Zielsetzung.....	1
1.2	Abgrenzung der Themenstellung.....	4
1.3	Aufbau der Arbeit	6
2	Grundlagen und aktueller Stand der Technik	9
2.1	Sheet Moulding Compounds	9
2.1.1	Halbzeugherstellung und Verfahrenstechnik.....	9
2.1.2	Materialzusammensetzung, Rheologie und Fließverhalten ...	12
2.1.3	Eigenschaftsprofil und Anwendungsbeispiele	18
2.2	Oberflächenqualität automobiler Außenhautbauteile	21
2.2.1	Anforderungen an Außenhautbauteile	21
2.2.2	Begriffsdefinition „Class A-Oberfläche“	23
2.2.3	Möglichkeiten zur Oberflächenklassifizierung	24
3	Großserienfertigung von SMC-Exterieurbauteilen	29
3.1	Konstruktion von SMC-Außenhautbauteilen.....	29
3.2	Wertschöpfungskette und Prozessablauf.....	31
3.2.1	Formteilherstellung	31
3.2.2	Anbau und Serienlackierung.....	37
3.3	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	43
3.3.1	Rohmaterial und Halbzeug	43
3.3.2	Formteilherstellung	44
3.3.3	Lackierprozess	46
3.4	Fehlerbilder und Oberflächendefekte.....	47
3.4.1	Anwendungsbeispiel 1.....	47
3.4.2	Anwendungsbeispiel 2.....	48
3.4.3	Anwendungsbeispiel 3.....	50
3.5	Kritische Betrachtung und Zwischenfazit	51
3.5.1	Prozesskette und Logistik.....	51
3.5.2	Einfluss des Fließpressprozesses.....	52
3.5.3	Thermische Belastung	54
4	Aufarbeitung werkstoffspezifischer Oberflächendefekte	57
4.1	Einteilung und Zuordnung	57
4.2	Ausgasung	58
4.3	Blasenbildung.....	61

4.4	Oberflächenwelligkeit.....	66
4.5	Randporosität, Pinholebildung.....	70
4.6	Kleberaupenabzeichnung.....	74
5	Detailbetrachtung des Fehlerbilds „Ausgasungen“	79
5.1	Entstehungszeitpunkt und -hintergrund	79
5.2	Porenwachstum entlang der Prozesskette.....	82
5.2.1	Versuchsplanung und -durchführung	82
5.2.1.1	Prüfkörperherstellung	82
5.2.1.2	Parametereinstellung und Auswertemethodik.....	83
5.2.1.3	Versuchsablauf.....	84
5.2.2	Ergebnisauswertung	85
5.2.2.1	Ermitteltes Porenwachstum	85
5.2.2.2	Einfluss der Porengröße	87
5.2.2.3	Einfluss des Randabstands	87
5.2.2.4	Reproduzierbarkeit und Fehlerabschätzung.....	88
5.3	Substratmissionen während der Trocknerdurchfahrten.....	89
5.3.1	Versuchsplanung und -durchführung	89
5.3.1.1	Prüfkörperherstellung	89
5.3.1.2	Versuchsablauf.....	90
5.3.1.3	Verwendete Gerätschaften	93
5.3.2	Auswertung der Ergebnisse	93
5.3.2.1	Ermittelter Massenverlust und Emissionszusammensetzung	93
5.3.2.2	Einfluss der IMC-Beschichtung.....	95
5.3.2.3	Einfluss der Vortemperatur	97
5.3.2.4	Einfluss des Anbauzeitpunkts	99
5.4	Zusammenfassung und Zwischenfazit.....	101
6	Einfluss einer Oberflächenversiegelung auf das Lackierergebnis	103
6.1	Grundlagen zur Oberflächenversiegelung.....	103
6.1.1	Funktion und Motivation	103
6.1.2	Ausgewählte Materialien	103
6.2	Beitrag zur Erreichung einer Class A-Oberfläche.....	104
6.2.1	Versuchsplanung und -durchführung	104
6.2.1.1	Prüfkörperherstellung	104
6.2.1.2	Versuchsablauf.....	105
6.2.1.3	Auswertemethodik	106
6.2.2	Auswertung der Ergebnisse	107
6.2.2.1	Erreichte Oberflächenqualität	107
6.2.2.2	Einfluss der Oberflächenvorbehandlung	108

6.2.2.3	Einfluss der elektrischen Leitfähigkeit	110
6.2.2.4	Einfluss der freien Grenzflächenenergie	111
6.3	Beitrag zur Reduzierung der Substratmissionen	113
6.3.1	Versuchsplanung und -durchführung	113
6.3.2	Auswertung der Ergebnisse	114
6.3.2.1	Einfluss der Grundierung A	114
6.3.2.2	Einfluss der Grundierung B	116
6.4	Zusammenfassung und Zwischenfazit	117
7	Möglichkeiten zur präventiven Fehlererkennung	121
7.1	Auswahl zerstörungsfreier Prüfmethoden	121
7.2	Praktische Anwendung auf Versuchskörpern	122
7.2.1	Röntgen-Computertomographie	122
7.2.1.1	Gerätetechnischer Aufbau und Parametereinstellung	122
7.2.1.2	Detektierbare Oberflächendefekte	123
7.2.2	Röntgendurchstrahlung	125
7.2.2.1	Gerätetechnischer Aufbau und Parametereinstellung	125
7.2.2.2	Detektierbare Oberflächendefekte	127
7.2.3	Thermographie	129
7.2.3.1	Gerätetechnischer Aufbau und Parametereinstellung	129
7.2.3.2	Detektierbare Oberflächendefekte	130
7.2.4	Ultraschallprüfung	132
7.2.4.1	Gerätetechnischer Aufbau und Parametereinstellung	132
7.2.4.2	Detektierbare Oberflächendefekte	133
7.3	Zusammenfassung und Zwischenfazit	135
7.4	Konzeptvorschlag für die Inline-Qualitätskontrolle	137
8	Bewertung der Großserientauglichkeit einer Online-Lackierung	141
8.1	Situationsanalyse im Fahrzeugwerk	141
8.2	Handlungsalternativen bei der Bauteilmontage	142
8.2.1	Inline-Anbau	142
8.2.2	Offline-Anbau	143
8.3	Kostentechnische Gegenüberstellung	144
9	Zusammenfassung und Ausblick	147
10	Abkürzungen und Symbole	149

11	Literaturverzeichnis.....	153
12	Anhang	165
12.1	Anhang zu Kapitel 4.4.....	165
12.2	Anhang zu Kapitel 5.2.2.1.....	166
12.3	Anhang zu Kapitel 5.2.2.4.....	167
12.4	Anhang zu Kapitel 5.3.1.3.....	168
12.5	Anhang zu Kapitel 5.3.2.....	169
12.6	Anhang zu Kapitel 6.2.2.1.....	170
12.7	Anhang zu Kapitel 6.2.2.4.....	172
12.8	Anhang zu Kapitel 6.3.2.1.....	173
12.9	Anhang zu Kapitel 6.3.2.2.....	174
12.10	Studentische Arbeiten.....	175