

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	ix
1 Einleitung	1
1.1 Stand der Forschung und Technik	1
1.2 Aufgabenstellung und Ziele der Dissertation	3
2 Theoretische Grundlagen	5
2.1 Messtechnische Grundlagen zur Charakterisierung einer Beschichtung	5
2.1.1 Invasive Messtechniken	5
2.1.2 Non-invasive Messtechniken	6
2.1.3 Die Fluoreszenz	7
2.2 Grundlagen der Strömungsmechanik	8
2.2.1 Die Viskosität	11
2.2.2 Die Oberflächenspannung	13
2.2.3 Effekte der kapillardruckgetriebenen Strömung	14
2.2.4 Die Substanzielle Ableitung	17
2.2.5 Massenerhaltung - die Kontinuitätsgleichung	18
2.2.6 Impulserhaltung - die Navier-Stokes Gleichungen	21
2.3 Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik	25
2.3.1 Diskretisierung mit der finiten Volumenmethode	27
2.3.2 Das Volume-of-Fluid Mehrphasenmodell	32
3 Experimentelle Beschichtungsversuche	37
3.1 Einfache Vorversuche - Machbarkeitsstudie	37
3.1.1 Laserinduzierte Fluoreszenz mit Rhodamin B	37
3.1.2 Erste Beschichtungsversuche auf dem Standardsubstrat	43
3.2 Stoffdatenermittlung	49
3.2.1 Dichte	49
3.2.2 Oberflächenspannung	50
3.2.3 Viskosität	50
3.3 Versuchsaufbau und Versuchsablauf	57
3.4 Versuchsauswertung	61
3.5 Einflussparameter und deren Variationen	68
3.6 Fehlerbetrachtung	69

3.7	Parameterstudie	75
3.7.1	Stanzblech	75
3.7.1.1	Klarlackgrenzmuster 0	76
3.7.1.2	Klarlackgrenzmuster 1	79
3.7.1.3	Klarlackgrenzmuster 2	84
3.7.1.4	Klarlackgrenzmuster 8	88
3.7.1.5	Klarlackgrenzmuster 9	92
3.7.1.6	Zwischenfazit: Einfluss der Applikationsschichtdicken	96
3.7.1.7	Zwischenfazit: Einfluss der Stoffparameter	98
3.7.2	Falzblech A	111
3.7.2.1	Klarlackgrenzmuster 0	112
3.7.2.2	Klarlackgrenzmuster 1	116
3.7.2.3	Klarlackgrenzmuster 2	119
3.7.2.4	Klarlackgrenzmuster 8	123
3.7.2.5	Klarlackgrenzmuster 9	127
3.7.2.6	Zwischenfazit: Einfluss der Applikationsschichtdicken	130
3.7.2.7	Zwischenfazit: Einfluss der Stoffparameter	132
3.7.3	Falzblech E	146
3.7.3.1	Klarlackgrenzmuster 0	147
3.7.3.2	Klarlackgrenzmuster 1	150
3.7.3.3	Klarlackgrenzmuster 2	153
3.7.3.4	Klarlackgrenzmuster 8	156
3.7.3.5	Klarlackgrenzmuster 9	159
3.7.3.6	Zwischenfazit: Einfluss der Applikationsschichtdicken	163
3.7.3.7	Zwischenfazit: Einfluss der Stoffparameter	165
3.7.4	Biegeblech I	178
3.7.4.1	Klarlackgrenzmuster 0	179
3.7.4.2	Klarlackgrenzmuster 1	183
3.7.4.3	Klarlackgrenzmuster 2	187
3.7.4.4	Klarlackgrenzmuster 8	190
3.7.4.5	Klarlackgrenzmuster 9	195
3.7.4.6	Zwischenfazit: Einfluss der Applikationsschichtdicken	199
3.7.4.7	Zwischenfazit: Einfluss der Stoffparameter	201
3.7.5	Biegeblech R	214
3.7.5.1	Klarlackgrenzmuster 0	215
3.7.5.2	Klarlackgrenzmuster 1	217
3.7.5.3	Klarlackgrenzmuster 2	219
3.7.5.4	Klarlackgrenzmuster 8	220
3.7.5.5	Klarlackgrenzmuster 9	223

3.7.5.6	Zwischenfazit: Einfluss der Applikationsschichtdicken	224
3.7.5.7	Zwischenfazit: Einfluss der Stoffparameter	225
3.7.6	Zwischenfazit: Einfluss des Kantenrundungsradius	229
4	Numerische Filmsimulation	243
4.1	Einfache Vorversuche - Machbarkeitsstudie	243
4.2	Filmsimulation auf dem Blechausschnitt	247
4.2.1	Preprocessing und Mainprocessing	247
4.2.2	Postprocessing	250
4.2.3	Quantifizierung der Fettkante	252
4.3	Verifikation und Validierung der Simulationsergebnisse	254
4.4	Einflussparameter und deren Variationen	260
4.5	Fehlerbetrachtung	262
4.6	Parameterstudie	263
4.6.1	Substrat St3	263
4.6.1.1	Klarlackgrenzmuster 0	264
4.6.1.2	Zwischenfazit: Einfluss der Stoffparameter	267
4.6.2	Substrat A2	278
4.6.2.1	Klarlackgrenzmuster 0	278
4.6.2.2	Zwischenfazit: Einfluss der Stoffparameter	281
4.6.3	Substrat E	292
4.6.3.1	Klarlackgrenzmuster 0	292
4.6.3.2	Zwischenfazit: Einfluss der Stoffparameter	296
4.6.4	Substrat I1	306
4.6.4.1	Klarlackgrenzmuster 0	306
4.6.4.2	Zwischenfazit: Einfluss der Stoffparameter	310
4.6.5	Zwischenfazit: Einfluss des Kantenrundungsradius	321
5	Dimensionslose Betrachtung der Ergebnisse	335
6	Zusammenfassende Diskussion und Ausblick	345
6.1	Zusammenfassung und Diskussion	345
6.2	Ausblick	352
Abbildungsverzeichnis	xiii	
Tabellenverzeichnis	xxvii	
Literaturverzeichnis	xxxi	