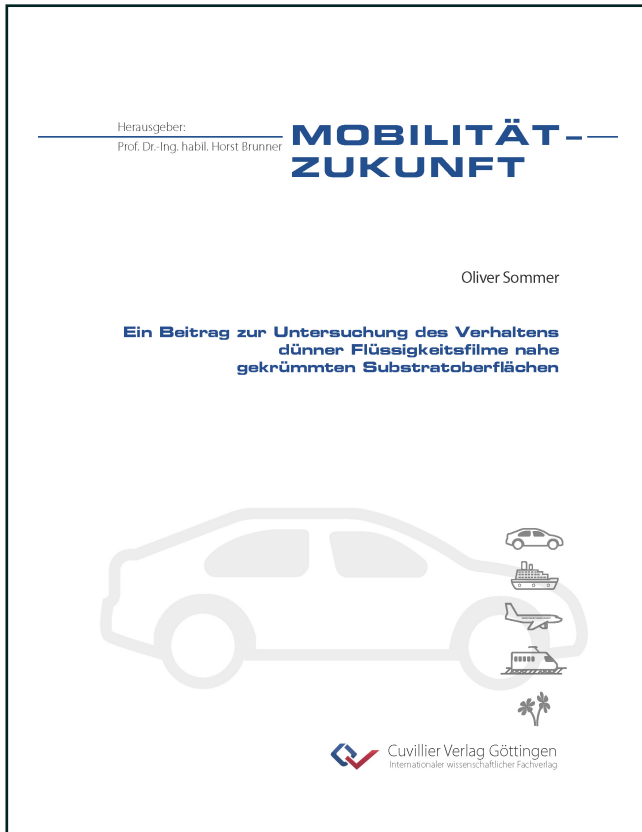




Oliver Sommer (Autor)

# Ein Beitrag zur Untersuchung des Verhaltens dünner Flüssigkeitsfilme nahe gekrümmten Substratoberflächen



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8815>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



# Inhaltsverzeichnis

<b>Nomenklatur</b>	<b>ix</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Stand der Forschung und Technik . . . . .	1
1.2 Aufgabenstellung und Ziele der Dissertation . . . . .	3
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>5</b>
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
<b>3 Experimentelle Beschichtungsversuche</b>	<b>37</b>
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
<b>4</b>	<b>Numerische Filmsimulation</b>	<b>243</b>
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
<b>5</b>	<b>Dimensionslose Betrachtung der Ergebnisse</b>	<b>335</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassende Diskussion und Ausblick</b>	<b>345</b>
6.1	Zusammenfassung und Diskussion . . . . .	345
6.2	Ausblick . . . . .	352
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xiii</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xxvii</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>xxxi</b>