

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Formelzeichen und Abkürzungen .....</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand der wissenschaftlich-technischen Erkenntnisse .....</b>	<b>4</b>
2.1 Karosserieteilziehen (KTZ).....	4
2.2 Tribologie.....	12
2.3 Vergleichende Betrachtung verschiedener Prüfstände .....	25
2.4 Modellierung der Reibung für die Blechumformung .....	27
2.5 Numerische Simulation und Methodenplanung.....	33
2.6 Kapitelzusammenfassung und Schlussfolgerung.....	39
<b>3 Zielsetzung und Vorgehensweise.....</b>	<b>41</b>
<b>4 Versuchseinrichtungen, Umformpressen und Modellbauteile .....</b>	<b>46</b>
4.1 Versuchseinrichtungen .....	46
4.2 Materialcharakterisierung und -kennwertermittlung .....	52
4.3 Pressensysteme .....	54
4.4 FE-Software.....	58
4.5 Modellbauteile .....	60
<b>5 Prozessanalysen in der Produktion .....</b>	<b>69</b>
5.1 Einfluss der Werkzeugoberfläche auf die Produktion.....	69
5.2 Schmierstoffmenge und -verteilung im Tribosystem .....	78
5.3 Produktionsversuch Radmulde Opel Adam: Einfluss Schmierstoff und Dressierung.....	83

5.4	Produktionsversuch ROI: Einfluss der Temperatur .....	89
<b>6</b>	<b>Prozessanalysen an Laborbauteilen .....</b>	<b>92</b>
6.1	Prozessanalyse MHI .....	92
6.2	Prozessanalyse Rechtecknapf PtU .....	104
<b>7</b>	<b>Tribologische Modellversuche &amp; Reibmodellierung .....</b>	<b>112</b>
7.1	Systemgröße Werkzeug .....	113
7.2	Systemgröße Blechwerkstoff .....	116
7.3	Systemgröße Schmierstoffsorte und -menge .....	118
7.4	Belastungsgrößen Druck und Relativgeschwindigkeit .....	121
7.5	Belastungsgröße Temperatur .....	124
7.6	Kontaktflächengröße und Prüfstand .....	125
7.7	Reibmodell und Modelfunktion für das KTZ .....	136
<b>8</b>	<b>Implementierung in FE-Methode und Validierung .....</b>	<b>143</b>
8.1	Integration der Pressenkinematik und der Hubzahl .....	143
8.2	Aufbau FE-Modell und Validierungsversuche .....	146
8.3	Ergebnisse der Validierungsversuche an der ROI .....	150
8.4	Ergebnisse der Validierungsversuche am MHI .....	153
8.5	Berücksichtigung der Umverteilung von Schmierstoff .....	155
8.6	Ausblick: Definitionsbereiche, Schmierstoffmigration, tribologische Historie und adaptive Modelle .....	158
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>167</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>169</b>
<b>11</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>182</b>
<b>12</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>188</b>
<b>13</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>189</b>