

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Formelzeichen und Abkürzungen	III
1 Einleitung	1
2 Stand der wissenschaftlich-technischen Erkenntnisse	4
2.1 Karosserieteileziehen (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
3 Zielsetzung und Vorgehensweise	41
4 Versuchseinrichtungen, Umformpressen und Modellbauteile	46
4.1 Versuchseinrichtungen	46
4.2 Materialcharakterisierung und -kennwertermittlung	52
4.3 Pressensysteme	54
4.4 FE-Software	58
4.5 Modellbauteile	60
5 Prozessanalysen in der Produktion	69
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
6	Prozessanalysen an Laborbauteilen	92
6.1	Prozessanalyse MHI	92
6.2	Prozessanalyse Rechtecknapf PtU	104
7	Tribologische Modellversuche & Reibmodellierung	112
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 Modellfunktion für das KTZ	136
8	Implementierung in FE-Methode und Validierung	143
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
9	Zusammenfassung	167
10	Literaturverzeichnis	169
11	Abbildungsverzeichnis	182
12	Tabellenverzeichnis	188
13	Anhang	189