

Inhalt

	Seite
Formelzeichen, Abkürzungen und Indices	
1 Einleitung	1
2 Problemstellung und Ziel	2
3 Erkenntnisstand	6
3.1 Genauigkeitsverhalten von Umformmaschinen	6
3.2 Finite-Elemente Betrachtungen	9
3.3 Betriebsverhalten Ziehapparat	11
3.4 Grundlagen und Definitionen	14
3.4.1 Genauigkeitsverhalten	14
3.4.1.1 Vertikale Verlagerung	15
3.4.1.2 Kippung	16
3.4.1.3 Horizontale Verlagerung	16
3.4.2 System Ziehapparat	18
4 Versuchstechnik und Auswertemethodik	21
4.1 Versuchsmaschinen	22
4.2 Versuchswerkzeuge	26
4.3 Meßmethoden	28
4.3.1 Versuchsaufbauten	28
4.3.2 Meßgeräte	34
4.3.3 Fehlerbetrachtung	35
4.3.4 Auswertesoftware	37
4.3.4.1 Maschinengenauigkeit	38
4.3.4.2 Tragbild Druckbolzen	44
5 Genauigkeitseigenschaften von Ziehanlagen	46
5.1 Untersuchungssystematik	46
5.2 Statischer Lastfall	47
5.2.1 Genauigkeitsverhalten	47
5.2.2 Genauigkeitskennwerte	50
5.2.3 Einflußparameter	58
5.2.3.1 Führungsspiel	58
5.2.3.2 Ziehkissengeometrie	61
5.2.3.3 Krafteinleitungsort	64
5.2.3.4 Führungstyp	66
5.2.4 Kennwertvergleich Stößel-Ziehkissen	68

5.3	Dynamischer Lastfall	71
5.3.1	Arbeitsgeschwindigkeit	71
5.3.2	Krafteinleitungsort	75
6	Gesamtsystem Ziehapparat	77
6.1	Experimentelle Untersuchungen	77
6.1.1	Blechhaltersimulation	77
6.1.2	Produktionswerkzeug Kraftstofftank	83
6.1.3	Produktionswerkzeug Türaußenblech	96
6.1.3.1	Werkzeug auf hydraulischer Tuschierpresse	96
6.1.3.2	Werkzeug auf mechanischer Produktionspresse	99
6.1.3.3	Werkzeug im Produktionsablauf	105
6.2	Analytische Betrachtungen	108
6.2.1	Simulation Tragverhalten	108
6.2.1.1	Spiel-Feder-Modell Ziehapparat	109
6.2.1.2	Geometrische Einflußparameter	112
6.2.1.3	Elastische Einflußparameter	115
6.2.1.4	Synthese	117
6.2.2	Finite-Elemente Analyse	119
6.2.2.1	Modellbildung	119
6.2.2.2	Elastische Deformation Ziehkissen	122
6.2.2.3	Partielle Steifigkeit im System Ziehapparat	127
7	Konsequenzen und Optimierungsansätze	130
7.1	Versagensmechanismen	130
7.1.1	Außermittige Kraftwirkungen	130
7.1.2	Einfluß von Maßabweichungen	135
7.1.3	Einfluß der konstruktiven Auslegung	137
7.2	Auswirkungen auf den Fertigungsprozeß	139
7.3	Optimierungsansätze	141
7.3.1	Reproduzierbarkeit durch Tragbildüberwachung	141
7.3.2	Adaptive Tragbildeinstellung	143
7.3.2.1	Arbeitsprinzip und Auswirkungen	143
7.3.2.2	Technische Realisierung	146
7.3.2.3	Anwendungsoptionen	148
7.3.2.4	Verfahrensgrenzen	150
8	Zusammenfassung	153
9	Schrifttum	155