

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	9
Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	15
Abkürzungsverzeichnis und Formelzeichen	16
1 Einleitung	19
2 Stand der Technik	20
2.1 Grundlagen der Blechumformung	20
2.1.1 Tiefziehen	20
2.1.2 Blechhalterkraft und Stempelkraft	22
2.1.3 Versagensmöglichkeiten beim Tiefziehen	22
2.1.4 Grenzformänderungsdiagramm	23
2.2 Rückfederung beim Tiefziehen	25
2.3 Konventionelle Kompensationsansätze	27
2.3.1 Spannung und Dehnung	28
2.3.2 Elastische und plastische Verformung	29
2.3.3 Anisotropie	33
2.4 Stoffgesetz	34
2.4.1 Fließbedingung	34
2.4.2 Fließregel	37
2.4.3 Verfestigungsgesetz	37
2.5 Werkzeugeinarbeitungsprozess	41
2.6 Datenformate	42
2.7 Reverse Engineering	43
3 Ergebnisse	46
3.1 Materialcharakterisierung	46
3.1.1 Blechwerkstoff CR3+GI50/50U	46
3.1.2 Blechwerkstoff AL5-STD-TZ-UE	49
3.1.3 Blechwerkstoff CR700Y980T-DP-GI50/50	51
3.2 Bauteilsimulation	52
3.3 Bauteilfertigung	54
3.4 Kontrollpunktbasierte Bauteilbeschreibung	56
3.4.1 Zweidimensionale Herangehensweise	56
3.4.2 Dreidimensionale Übertragung	60

3.4.3	Optimierung der B-Spline Parameter	63
3.4.4	Bauteilausrichtung	65
3.5	Datenkompensation durch Reverse Engineering	66
3.6	Abweichungskompensation	67
3.6.1	Zweidimensionale Abweichungskompensation.....	68
3.6.2	Dreidimensionale Abweichungskompensation.....	74
3.6.3	Untersuchung zu unterschiedlichen Kompensationsstrategien.....	82
3.7	Trennen von stochastischer und deterministischer Abweichung	84
4	Grafische Benutzeroberfläche des Tryout-Managers	87
4.1	Importieren und Umwandeln von CAD-Daten.....	87
4.2	Optimierung der B-Spline Parameter.....	88
4.3	Importieren und Umwandeln von Simulations- und Messdaten.....	88
4.4	Abweichungsanalyse.....	89
4.4.1	Plot Deviations.....	89
4.4.2	False Color Diagram	89
4.4.3	False Color Diagram all Iterations.....	90
4.5	Bauteilabweichungen kompensieren	90
4.5.1	Kompensationsfaktor α	90
4.5.2	Verschiebung in Normalenrichtung	90
4.5.3	Kompensationsfaktor β	90
4.5.4	Mittelung der Kontrollpunkte für die Kompensation.....	91
4.6	Wirkflächenvorschläge erzeugen.....	91
5	Nutzen der Ergebnisse und Ausblick	92
5.1	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen der Ergebnisse für KMU	92
5.2	Ausblick	92
6	Literatur	94