

**Bestimmung der minimal notwendigen
Presskraft zur Herstellung von
Karosseriestrukturbauteilen im Automobilbau**

Von der Fakultät für Maschinenbau
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur
genehmigte Dissertation
von

Dipl.-Ing. Robert Struck
geboren am 17. August 1979
in Berlin

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen - Stand der Kenntnisse	3
2.1	Herstellung von Karosseriestruktureilen	3
2.1.1	Tiefziehen	4
2.1.2	Gesenkbiegen mit Niederhalter	5
2.1.3	Hohlprägen	6
2.2	Einflüsse auf die Pressenkraft	7
2.2.1	Einfluss des Werkstücks	8
2.2.2	Einfluss des Werkzeugs	10
2.2.3	Einfluss der Presse	12
2.3	Messung von Prozessgrößen	15
2.3.1	Messung der Pressenkraft	15
2.3.2	Messung resultierender Deformationen	16
2.3.3	Bestimmung des Werkzeugschlusses	17
2.4	Simulation von Blechumformprozessen	19
2.4.1	Berechnung des Kraftbedarfes	20
2.4.2	Berücksichtigung von Werkzeug und Presse	24
2.4.3	Abbruchkriterium Werkzeugschluss	26
3	Ausgangssituation, Zielsetzung und Vorgehensweise	28
4	Ermittlung der Pressenkraft - Einflüsse und Messmethode	31
4.1	Einflüsse auf die Lastverteilung	31
4.1.1	Aufgebaute Messmittel	31
4.1.2	Einfluss der Aufspannplatten	34
4.1.3	Einfluss des Werkzeuges	40
4.2	Bestimmung des Werkzeugschlusses	43
4.2.1	Untersuchungen am Laborprüfstand	44
4.2.2	Untersuchungen am Versuchswerkzeug	49
4.3	Ermittlung der notwendigen Pressenkraft	50
4.3.1	Ermittlung der Pressenkraft	51
4.3.2	Optimierung der Stößellage	53
4.4	Fazit	56

5	Vorhersage der Pressenkraft - Umformsimulation	57
5.1	Validierung der Umformsimulation	57
5.1.1	Ideelle Umformkraft	58
5.1.2	Biegekraft	61
5.1.3	Hohlprägekraft	66
5.2	Erweiterung der Umformsimulation um elastische Randbedingungen . .	69
5.2.1	Berücksichtigung der Tischsteifigkeit	69
5.2.2	Berücksichtigung der Werkzeugsteifigkeit	72
5.2.3	Überprüfung der Anwendbarkeit	75
5.3	Erweiterung der Umformsimulation um ein Werkzeugschlusskriterium .	79
5.3.1	Entwicklung eines Ersatzkriteriums	80
5.3.2	Validierung des Ersatzkriteriums	85
5.4	Fazit	87
6	Reduzierung der Pressenkraft - Anwendung	88
6.1	Vorhersage der minimal notwendigen Pressenkraft	88
6.1.1	Umformsimulation mit starren Wirkflächen	89
6.1.2	Umformsimulation mit elastischen Randbedingungen	91
6.2	Ermittlung der minimal notwendigen Pressenkraft	92
6.2.1	Messergebnisse Einarbeitspresse A	93
6.2.2	Messergebnisse Produktionspresse C	95
6.3	Reduzierung der notwendigen Pressenkraft	96
6.3.1	Anfertigung einer Kompensationsplatte	96
6.3.2	Messergebnisse Produktionspresse C	97
6.4	Diskussion der Ergebnisse	98
6.5	Fazit	102
7	Zusammenfassung und Ausblick	103
	Literaturverzeichnis	105