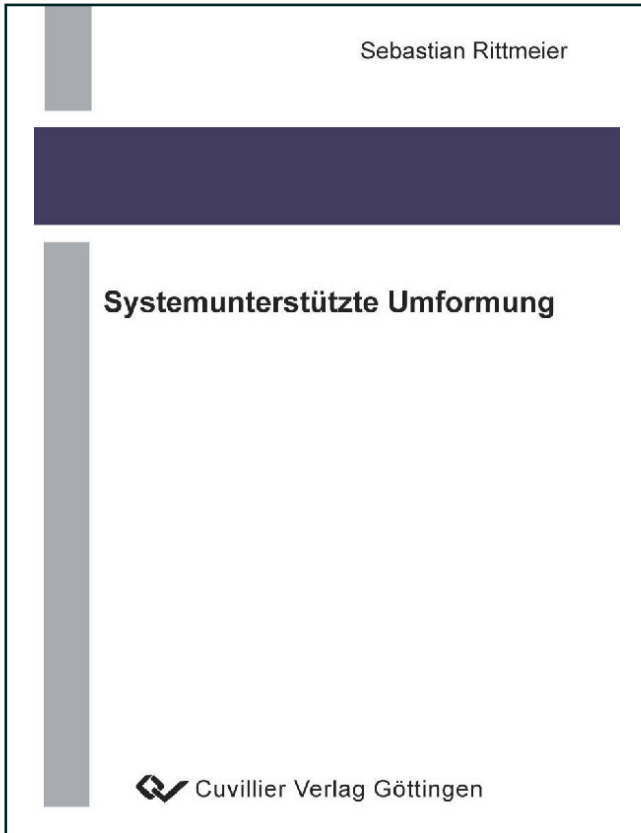




Sebastian Rittmeier (Autor)  
**Systemunterstützte Umformung**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1649>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>IX</b>
<b>Verzeichnis der Abkürzungen und Formelzeichen.....</b>	<b>X</b>
Abkürzungen.....	X
Formelzeichen .....	XI
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand der Technik .....</b>	<b>5</b>
2.1 Produktionsprozess von Karosseriebauteilen.....	5
2.1.1 Einflussgrößen .....	5
2.1.2 Versagensarten .....	7
2.2 Werkzeug- und Pressentechnik.....	9
2.2.1 Pressentechnik.....	9
2.2.2 Werkzeugtechnik.....	12
2.3 Elastische Werkzeugkonzepte und zugehörige Anlagen.....	15
2.3.1 Passiv elastische Werkzeugkonzepte .....	15
2.3.2 Aktiv elastische Werkzeuge.....	17
2.3.3 Erforderliche Anlagentechnik.....	22
2.4 Sensorkonzepte zur Prozessüberwachung .....	25
2.4.1 Erfassung von Prozesskräften.....	25
2.4.2 Messung von Faltenhöhe und Körperschall .....	26
2.4.3 Stoffflussmessung .....	27
2.4.3.1 Tastzunge .....	28
2.4.3.2 Rollkugelsensor .....	28
2.4.3.3 Induktiver Sensor .....	29
2.4.3.4 Lasertriangulationssensor.....	30
2.4.3.5 Optischer Sensor .....	31
2.5 Zusammenfassung .....	32
<b>3 Aufgabenstellung und Zielsetzung.....</b>	<b>35</b>
<b>4 Aufbau des Versuchswerkzeuges .....</b>	<b>37</b>
4.1 Sensorkonzept.....	37
4.1.1 Prinzipieller Aufbau und Funktionsweise .....	37
4.1.2 Konkrete Umsetzung .....	40

4.1.3	Diskussion des Sensorkonzeptes .....	44
4.2	Werkzeugkonzept .....	45
4.2.1	Umformsimulation .....	45
4.2.1.1	Ablauf und Grenzen der Umformsimulation .....	45
4.2.1.2	Modifikation der Tiefziehsimulation .....	47
4.2.2	Konzeptentwurf .....	51
4.2.3	Auswahl der Aktorik und Ansteuerung .....	52
4.2.3.1	Mechanische Aktuatorik .....	53
4.2.3.2	Elemente mit piezoelektrischem Effekt.....	54
4.2.3.3	Hydraulische Linearachsen .....	54
4.2.3.4	Gasdruckfedern.....	57
4.2.3.5	Ansteuerung der aktiven Werkzeugelemente.....	58
4.2.4	Dimensionierung des definiert elastischen Einsatzes und simulative Konzeptabsicherung .....	61
4.2.4.1	Dickenbestimmung mit Hilfe der Balkentheorie .....	63
4.2.4.2	Konzeptanalyse mittels FEM-Simulationen .....	68
4.2.5	Optimierung der Flächenpressungsverteilung.....	69
4.2.6	Konstruktion und Aufbau des Versuchswerkzeuges .....	73
4.2.6.1	Werkzeuggestaltung.....	74
4.2.6.2	Realisierung des Umformwerkzeuges.....	75
4.2.6.3	Kalkulation der Lebensdauer.....	76
<b>5</b>	<b>Experimentelle Analysen .....</b>	<b>79</b>
5.1	Eingesetzte Umformtechnik .....	79
5.2	Auswahl der Versuchswerkstoffe .....	80
5.3	Ablauf der Experimente.....	81
5.4	Auswertung der Ergebnisse .....	81
5.4.1	Einlaufwegsensoren .....	82
5.4.1.1	Analysen zur Messfähigkeit.....	82
5.4.1.2	Teilerkenntnisse aus Verlaufsdaten .....	84
5.4.1.3	Fazit .....	86
5.4.2	Niederhalter mit definiert elastischem Einsatz .....	87
5.4.2.1	Inbetriebnahme .....	87
5.4.2.2	Beeinflussungszonen der Aktuatoren.....	88
5.4.2.3	Bestimmung des Prozessfensters.....	90
5.4.2.4	Weitere Potentialfelder des definiert elastischen Niederhalters.....	91
5.4.3	Aspekte des Bauteilwerkstoffes .....	95

---

<b>6</b>	<b>Möglichkeiten zum Aufbau eines Regelkreises .....</b>	<b>98</b>
6.1	Modellbildung .....	98
6.2	Hard- und softwareseitige Implementierung .....	101
6.3	Experimentelle Untersuchungen.....	101
6.4	Resultate .....	102
6.4.1	Abzuleitendes Verbesserungspotential .....	103
6.4.2	Ansatz zur Identifikation von Einschnürungen und Rissen.....	104
6.4.3	Zusammenfassung .....	106
<b>7</b>	<b>Diskussion und Interpretation der Ergebnisse .....</b>	<b>108</b>
7.1	Alternativen zum Transfer in Serienwerkzeuge .....	109
7.1.1	Definiert elastischer Ringeinsatz .....	109
7.1.2	Blechhalter partiell elastisch gestalten.....	109
7.1.3	Verlagerung der Aktuatoren in das Ziehkissen der Presse.....	110
7.2	Alternativen zur weiteren Vereinfachung .....	111
7.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	112
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>114</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>117</b>
9.1	Zitierte Quellen .....	117
9.2	Zusätzliche Literatur .....	124