

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik und Forschung	3
2.1 Presshärten höchstfester Stähle – Varianten, Werkstoffe und aktuelle Trends.....	3
2.1.1 Prozessvarianten beim Presshärten	4
2.1.2 Werkstoff	6
2.1.3 Aktuelle Forschungstrends und Entwicklungen.....	9
2.2 Fertigung maßgeschneiderter Eigenschaften beim Presshärten.....	12
2.2.1 Partielles Austenitisieren	12
2.2.2 Partielles Abschrecken	15
2.2.3 Tailor Welded Blanks	20
2.2.4 Nachträgliches Anlassen	22
2.2.5 Tailor Rolled Blanks.....	23
2.3 Einsatzhärten.....	23
2.4 Zusammenfassende Bewertung	25
3 Zielsetzung und methodisches Vorgehen.....	27
4 Werkstoffe und Versuchsanlagen.....	29
4.1 Stahlwerkstoff und Hilfsmaterialien für die Aufkohlung	29
4.1.1 Werkstückwerkstoff CP-W®800	29
4.1.2 Aufkohlungsmedium	31
4.1.3 Bor-Nitrid.....	32
4.1.4 Härtefolie	32
4.2 Versuchsmethoden und Prüfverfahren.....	32
4.2.1 Wärmebehandlung	33
4.2.2 Quasi-statischer Zugversuch	33
4.2.3 Härteprüfverfahren nach Vickers.....	33
4.2.4 Drei-Punkt Biegeversuch	34
4.2.5 Laser-Ultrasonic-Prüfverfahren	36
4.2.6 Metallographische Analysen	38
4.2.7 Modellversuch zum Presshärten	38
4.2.8 Optische 3D Koordinatenmessung	39

5	Erarbeitung eines Prozessverständnisses hinsichtlich aufgekohlter Blechhalbzeuge für den Presshärteprozess	41
5.1	Definition der Randbedingungen für die Auslegung der Prozessführung	41
5.2	Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften beim Presshärten aus dem Anlieferungszustand	47
5.3	Werkstoffcharakterisierung aufgekohlter Blechhalbzeuge in Abhängigkeit der Aufkohlungsparameter	51
5.3.1	Makroskopische Eigenschaften aus dem Zugversuch.....	52
5.3.2	Gradierung der mechanischen Eigenschaften über die Blechdicke	60
5.3.3	Einfluss der Aufkohlung auf das Umwandlungsverhalten	73
5.3.4	Analyse des Biegeverhaltens aufgekohlter Blechhalbzeuge	84
5.4	Untersuchung des Einflusses der Blechdicke auf die mechanischen Eigenschaften	95
5.5	Analytische Beschreibung des Aufkohlungsprozess	101
5.5.1	Eindimensionales Diffusionsmodell	101
5.5.2	Vorgehensweise zur Identifikation der Modellparameter	103
5.5.3	Vergleich analytisch und experimentell bestimmter Härteverläufe	105
5.6	Zusammenfassende Bewertung der Möglichkeiten zur Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften beim Presshärten durch Verwendung aufgekohlter Halbzeuge	111
6	Gradierung der mechanischen Eigenschaften durch lokale Aufkohlung	117
6.1	Definition der Randbedingungen zur Gradierung der mechanischen Eigenschaften durch eine örtlich begrenzte Aufkohlung	117
6.2	Numerische Untersuchung der Ausbildung von Übergangszonen während der Aufkohlung	120
6.2.1	Finite Differenzen Modell zur numerischen Modellierung der Diffusion in 1D und 2D	120
6.2.2	Vorgehensweise zur Identifikation der Modellparameter	125
6.2.3	Validierung des numerischen Modells zur Berechnung der Übergangszonen	126
6.2.4	Numerische Analyse der Übergangszonen	132
6.3	Mechanische Eigenschaften gradierter Bleche	138
6.3.1	Zugversuche an gradierten Halbzeugen.....	138
6.3.2	Biegeverhalten gradierter Halbzeuge	142
6.4	Zusammenfassende Bewertung der Möglichkeiten zur Gradierung der Eigenschaften durch eine örtlich begrenzte Aufkohlung	148

7	Validierung der Erkenntnisse anhand eines Musterbauteils	151
8	Analyse des Potentials lokal aufgekohlter Halbzeuge im Presshärteprozess	161
8.1	Erweiterung der realisierbaren Eigenschaften durch Variation der Stahllegierung.....	161
8.2	Bewertung des Potentials der lokalen Aufkohlung zur Fertigung von Bauteilen mit maßgeschneiderten Eigenschaften im Presshärteprozess	165
9	Zusammenfassung und Ausblick.....	169
10	Summary and outlook.....	171
	Literaturverzeichnis.....	173