

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Stand der Technik	1
2.1	Presshärten - Entwicklung und industrielle Anwendung	1
2.2	Gradierte Presshärtebauteile - Eigenschaften und Einsatzgebiete	3
2.3	Methoden zur Erzeugung lokal definierter Eigenschaften pressgehärteter Bauteile	6
2.3.1	Gradierung durch Beeinflussung der Halbzeugeigenschaften	7
2.3.1.1	Halbzeuge aus gleichem Werkstoff.....	7
2.3.1.2	Halbzeuge aus verschiedenen Werkstoffen.....	8
2.3.2	Gradierung durch Beeinflussung des Werkstückerwärmungsvorgangs.....	8
2.3.2.1	Inhomogene Erwärmung des Werkstücks mit darauffolgender homogener Abkühlung	9
2.3.2.2	Homogene Erwärmung des Werkstücks mit darauffolgender inhomogener Abkühlung	11
2.3.3	Gradierung durch Beeinflussung des Wärmeübergangs zwischen Werkstück und Werkzeug	13
2.3.3.1	Aktive Gradierung im Werkzeug	14
2.3.3.2	Passive Gradierung im Werkzeug.....	16
2.3.4	Gradierung durch lokale Temperierung des presshärten Werkstücks	16
2.4	Bewertung der Gradierungsmethoden hinsichtlich der Potenziale zur Erzeugung kleinflächig definierter Bauteileigenschaften	19
2.4.1	Anforderungen und Bewertungskriterien	19
2.4.2	Bewertung der Gradierungsmethoden.....	20
2.5	Numerische Beschreibung der Gradierung beim Presshärten	24
3	Zielsetzung und Vorgehensweise.....	27
4	Versuchsplanung	29

4.1	Vorbetrachtungen	29
4.2	Versuchsplanerstellung	35
5	Experimentelle Untersuchungen	41
5.1	Werkstückwerkstoff und Versuchsaufbau	41
5.1.1	Werkstückwerkstoff	41
5.1.2	Erwärmungsanlage	44
5.1.3	Umformpresse	45
5.1.4	Versuchswerkzeug zur Bauteilgradierung	46
5.1.4.1	Aufbau Gesamtwerkzeug	46
5.1.4.2	Heizelemente	49
5.1.5	Messkonzept	54
5.1.5.1	Messung der Werkstücktemperatur	54
5.1.5.2	Messung der Werkzeug- und Heizelementtemperatur	58
5.1.5.3	Weitere Messgrößen	59
5.2	Versuchsauswertung	59
5.2.1	Bauteileigenschaften	60
5.2.2	Erstellen eines Prozessmodells	68
5.2.2.1	Regressionsanalyse und Modellansatz	68
5.2.2.2	Diskussion des Prozessmodells	74
5.2.3	Werkzeugtechnik und Prozess	75
5.2.4	Wirtschaftliche Bewertung des Prozesses	77
6	Numerische Betrachtung der werkzeugintegrierten Bauteilgradierung... 83	
6.1	Modellbildung	83
6.2	Ergebnisse der numerischen Betrachtung und Vergleich mit den experimentell ermittelten Daten	85
6.3	Diskussion der Ergebnisse	93
7	Vergleich der Varianten zur Bauteilgradierung	95
8	Zusammenfassung	99

9	Ausblick	101
	Literaturverzeichnis.....	103
	Lebenslauf	115