

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	V
Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik und Forschung	3
2.1 Entwicklungen in der Automobilindustrie	3
2.2 Ausscheidungshärtbare Aluminiumlegierungen	5
2.2.1 Wärmebehandlung von Al-Mg-Si Legierungen	5
2.2.2 Wesentliche Unterschiede beim Einsatz von Aluminiumstrangpresslegierungen	9
2.3 Die Methode der Kurzzeitwärmebehandlung	11
2.3.1 Grundlegende Mechanismen der Kurzzeitwärmebehandlung von Aluminiumlegierungen	14
2.3.2 Prozessauslegung und numerische Modellierung von Kurzzeitwärmebehandlungsstrategien	18
2.4 Biegeumformung von Hohlprofilen	21
2.4.1 Fehler –und Versagensarten beim Biegen von Hohlprofilen	21
2.4.2 Ansätze zur Verbesserung des Biegeergebnisses	23
2.5 Zusammenfassende Bewertung	26
3 Zielsetzung und methodische Vorgehensweise	29
4 Versuchseinrichtungen und Methoden	31
4.1 Analytierte Aluminiumstrangpresslegierungen	31
4.2 Wärmebehandlungsmethoden.....	32
4.2.1 Globale Langzeitwärmebehandlung.....	32
4.2.2 Lokale Kurzzeitwärmebehandlung.....	33
4.3 Temperaturmessung.....	37
4.4 Werkstoffcharakterisierung.....	39
4.4.1 Uniaxialer Zugversuch mit Standardproben	39
4.4.2 Uniaxialer Zugversuch mit miniaturisierten Zugproben	40
4.4.3 Makro- und Kleinlasthärtemessung	44
4.4.4 Schichtstauchversuch	45
4.5 Finite-Elemente-Simulation	46

4.6	3-Punkt-Biegeversuch an Profilen	47
4.7	Dehnungsanalyse	47
4.8	Oberflächendigitalisierung	48
5	Werkstoffverhalten von Aluminiumstrangpresslegierungen in Abhängigkeit der Wärmebehandlung	49
5.1	Mechanische Kennwerte in Abhängigkeit einer Kurzzeitwärmebehandlung.....	49
5.1.1	Einfluss der Kurzzeitwärmebehandlung auf die mechanischen Kennwerte der Aluminiumstrangpresslegierungen	51
5.1.2	Richtungsabhängiges Werkstoffverhalten.....	57
5.1.2.1	Mittlere senkrechte Anisotropie in o°-Richtung.....	57
5.1.2.2	Identifikation des anisotropen Werkstoffverhaltens im Zugversuch mit miniaturisierten Zugproben.....	59
5.1.2.3	Inverse Identifikation des anisotropen Werkstoffverhaltens unter Verwendung des Schichtstauchversuchs	64
5.2	Kalt- und Warmauslagerungsverhalten von kurzzeitwärmebehandelten Aluminiumstrangpressprofilen.....	69
5.2.1	Kaltauslagerungsverhalten	69
5.2.2	Warmauslagerungsverhalten	71
5.3	Materialmodellierung für kurzzeitwärmebehandelte Aluminiumstrangpresslegierungen	86
5.3.1	Verfestigungsverhalten.....	87
5.3.2	Spannungszustandsabhängiger Fließbeginn	89
6	Analyse der lokalen Kurzzeitwärmebehandlung von Aluminiumstrangpresshohlprofilen und deren Einfluss auf den Materialfluss beim Biegen	97
6.1	Experimentelle Analyse der Einflussgrößen der lokalen Laserwärmebehandlung.....	98
6.2	Experimentelle Analyse von lokal kurzzeitwärmebehandelten Hohlprofilen im Rohrbiegeprozess.....	108
6.3	Numerische Materialflussanalyse	117
6.3.1	Analyse des Einflusses werkstoffspezifischer Parameter.....	120
6.3.2	Analyse des Einflusses halbzeug- und prozessspezifischer Parameter.....	124
6.3.3	Analyse des Einflusses wärmebehandlungsspezifischer Parameter.....	126

7	Verbesserung des Biegeergebnisses und des Crashverhaltens von Aluminiumstrangpresshohlprofilen durch die Anwendung angepasster Wärmebehandlungsstrategien	131
7.1	Auslegung von lokalen Wärmebehandlungslayouts zur Herstellung maßgeschneiderter Halbzeuge für den Biegeprozess.....	132
7.2	Kombination von schnellaushärtbaren Zuständen mit lokalen Wärmebehandlungslayouts zur Verbesserung des Crashverhaltens	140
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	145
9	Summary and outlook.....	149
	Literaturverzeichnis.....	153