

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
0 Formel- und Kurzzeichen	III
1 Einleitung.....	1
2 Stand der Erkenntnisse	3
2.1 Elektro-magnetisches Umformen	3
2.1.1 Physikalische Grundlagen	4
2.1.2 Wirkprinzipien	5
2.1.3 Einflussparameter der elektro-magnetischen Umformung	6
2.1.4 Werkzeuge zum elektro-magnetischen Umformen	10
2.1.5 Resümee	11
2.2 Werkstoffwissenschaftliche Grundlagen der Magnesiumlegierung AZ31	11
2.2.1 Deformationsmechanismen	11
2.2.2 Formänderungsvermögen	16
2.2.3 Resümee	21
2.3 Makroskopische Beschreibung des dynamischen Werkstoffverhaltens der Magnesiumlegierung AZ31	21
2.3.1 Dynamisches Werkstoffverhalten	21
2.3.2 Werkstoffmodellierung	22
2.3.3 Simulationsansätze	26
2.3.4 Resümee	28
2.4 Wissenschaftliche Fragestellung.....	28
3 Ziele und Arbeitsschwerpunkte	30
4 Versuchs- und Messtechnik	34
4.1 Versuchseinrichtung.....	34
4.1.1 Impulsenergiespeicher	34
4.1.2 Werkzeugspule.....	35
4.1.3 Matrizie.....	40
4.1.4 Niederhalter	42
4.2 Analysemethoden und Messtechniken	43
4.2.1 Messung der elektrischen Signale.....	44
4.2.2 Optische Formänderungsanalyse.....	44
4.2.3 Werkstoffliche Analyse	46
5 Werkstoffcharakterisierung.....	50
5.1 Vormaterialzustand	50
5.2 Mechanische Kennwerte im einachsigen Zugversuch	51
5.2.1 Einfluss der Formänderungsgeschwindigkeit	56
5.2.2 Einfluss der Basaltextur.....	59
5.3 Mechanische Grenzformänderungskurve	61
5.4 Kristallographische Untersuchungen	62
5.5 Chemische Zusammensetzung.....	64
5.6 Elektrische Kennwerte	64
6 Numerische Prozesssimulation	66
6.1 Grundgleichungen.....	66
6.2 Makroskopische Simulation	69

6.2.1	Modellarchitektur	69
6.2.2	Werkstoffmodellierung	72
6.2.3	FE-Modell	81
6.3	Modelloptimierung	98
6.4	Zwischenfazit	103
7	Experimentelle Untersuchungen	104
7.1	Prozessparameter	104
7.1.1	Werkzeugspulenstrom	106
7.1.2	Entladefrequenz	117
7.2	Werkstoffparameter	119
7.2.1	Werkstückdicke	120
7.2.2	Basaltextur	122
7.3	Werkzeugparameter	125
7.3.1	Ziehkantenradius	125
7.3.2	Niederhalterdruck	129
7.3.3	Reibungsverhältnis zwischen Werkstück und Niederhalter	130
7.4	Zwischenfazit	131
8	Bewertung des Formänderungsvermögens	133
8.1	Numerische Ergebnisse	133
8.2	Experimentelle Ergebnisse	141
8.3	Dominierende Effekte	143
9	Prozessgestaltung	146
9.1	Prozessauslegung und -bewertung	147
9.1.1	Numerische Prozessauslegung	149
9.1.2	Bewertung der realisierbaren Werkstückgeometrie	156
9.2	Vorrichtung zur elektro-magnetischen Blechumformung	160
9.3	Validierung	163
10	Zusammenfassung und Ausblick	166
11	Literaturverzeichnis	170