

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Stand der Erkenntnisse</b>	<b>3</b>
2.1	Magnesium als Konstruktionswerkstoff	3
2.2	Verformungsmechanismen bei der Kalt- und Warmumformung von Magnesiumlegierungen	7
2.2.1	Versetzungsgleiten	8
2.2.2	Mechanische Zwillingsbildung	10
2.2.3	Zwillingsbildung und Korngröße	13
2.2.4	Erholung und Rekristallisation	14
2.3	Umformtexturen	17
2.3.1	Entstehung von Strangpresstexturen in Magnesiumlegierungen	17
2.3.2	Einfluss der Strangpresstextur auf das Kaltumformverhalten von Magnesiumlegierungen	19
<b>3</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>Experimentelle Grundlagen</b>	<b>23</b>
4.1	Strangpressen	23
4.1.1	Direktes Strangpressen	23
4.1.2	Indirektes Strangpressen	26
4.1.3	Hydrostatisches Strangpressen	29
4.2	Strangpressen in Gegendruck	31
4.3	Equal Channel Angular Extrusion und ECAE-ähnliche Verfahren	37
4.3.1	Equal Channel Angular Extrusion	37
4.3.2	Lineares ECAE	38

---

4.3.3	Reciprocating Extrusion	40
4.4	Röntgenographische Texturanalyse	42
<b>5</b>	<b>Durchführung</b>	<b>45</b>
5.1	Magnesiumlegierungen	45
5.2	Strangpressen	45
5.3	Strangpressen in Gegendruck	49
5.4	ECAE-ähnliche Versuche	49
5.4.1	Lineares ECAE	49
5.4.2	Reciprocating Extrusion	50
5.5	Probenentnahme	50
5.6	Zug- und Druckversuche	51
5.7	Mikrohärte	52
5.8	Lichtmikroskopie	52
5.9	Rasterelektronenmikroskopie und Mikrosonde	53
5.10	Transmissionselektronenmikroskopie	53
<b>6</b>	<b>Versuchsergebnisse</b>	<b>55</b>
6.1	Charakterisierung der Stranggussbolzen	55
6.1.1	Gefüge und Mikrostruktur	55
6.1.2	Mechanische Eigenschaften	59
6.2	Charakterisierung des Strangpressprozesses	63
6.2.1	Indirektes Strangpressen	63
6.2.2	Direktes Strangpressen	77
6.2.3	Hydrostatisches Strangpressen	78
6.3	Charakterisierung der Strangpressprodukte	79
6.3.1	Gefüge und Mikrostruktur der Strangpressprodukte	79
6.3.2	Mechanische Eigenschaften der Strangpressprodukte	111

---

---

6.4	Wärmebehandlung der Strangpressprodukte	132
6.4.1	Wärmebehandlungsfahrplan	132
6.4.2	Gefüge und Mikrostruktur der wärmebehandelten Strangpressprodukte	133
6.4.3	Mechanische Eigenschaften der wärmebehandelten Strangpressprodukte	136
6.5	Charakterisierung des Strangpressens in Gegendruck	140
6.6	Charakterisierung der Strangpressprodukte des Strangpressens in Gegendruck	143
6.6.1	Gefüge und Mikrostruktur der Strangpressprodukte des Strangpressens in Gegendruck	143
6.6.2	Mechanische Eigenschaften der Strangpressprodukte des Strangpressens in Gegendruck	146
6.7	Charakterisierung der ECAE-ähnlichen Prozesse	149
6.7.1	Lineares ECAE	149
6.7.2	Reciprocating Extrusion	150
6.8	Charakterisierung der mittels ECAE-ähnlichen Prozessen umgeformten Produkte	151
6.8.1	Gefüge und Mikrostruktur der mittels ECAE-ähnlichen Prozessen umgeformten Produkte	151
6.8.2	Mechanische Eigenschaften der mittels ECAE-ähnlichen Prozessen umgeformten Produkte	157
<b>7</b>	<b>Diskussion der Versuchsergebnisse</b>	<b>165</b>
7.1	Gefüge und Mikrostruktur der Stranggussbolzen	165
7.2	Strangpressen von AZ-Magnesiumlegierungen	166
7.2.1	Einflüsse auf den Strangpressprozess	166
7.2.2	Verformungsmechanismen beim Strangpressen von AZ-Magnesiumlegierungen	181
7.2.3	Einflüsse auf das Gefüge, die Mikrostruktur und die daraus resultierenden mechanischen Eigenschaften der Strangpressprodukte	183

---

7.2.4	Verformungsmechanismen der statischen Verformung stranggepresster AZ- Magnesiumlegierungen	199
7.3	Verbesserung der mechanischen Eigenschaften stranggepresster AZ-Magnesiumlegierungen	207
7.3.1	Wärmebehandlung	208
7.3.2	Strangpressen in Gegendruck	210
7.3.3	Umformung mittels ECAE-ähnlichen Prozessen	211
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>219</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>223</b>