

F R E I B E R G E R F O R S C H U N G S H E F T E
Herausgegeben vom Rektor der TU Bergakademie Freiberg

B 358 Werkstofftechnologie

**Rekristallisationsverhalten von geglühtem
AZ31-Gießwalzband beim Warmwalzen**

Madlen Ullmann

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Symbol- und Abkürzungsverzeichnis..... | 9 |
| 1 Einleitung..... | 13 |
| 2 Literaturlauswertung..... | 15 |
| 2.1 Mögliche Erzeugungsrouten für Magnesiumbleche..... | 15 |
| 2.1.1 Herstellung von Magnesiumflachprodukten und Auswirkungen der jeweiligen Herstellungstechnologie..... | 15 |
| 2.1.2 Umformverhalten von Magnesiumlegierungen..... | 22 |
| 2.1.3 Zusammenfassung..... | 27 |
| 2.2 Erholung, Rekristallisation und Kornwachstum von Magnesiumlegierungen..... | 28 |
| 2.2.1 Grundlegende Begriffe der Entfestigungsvorgänge..... | 28 |
| 2.2.2 Mechanismen der dynamischen Rekristallisation in Magnesiumlegie- rungen..... | 30 |
| 2.2.3 Entfestigungsprozesse nach der Umformung..... | 37 |
| 2.2.4 Kornwachstum..... | 39 |
| 2.2.5 Zusammenfassung..... | 41 |
| 2.3 Modelle zur Beschreibung der Gefügeentwicklung..... | 41 |
| 2.3.1 Fließkurvenmodellierung..... | 42 |
| 2.3.2 Modelle zur Beschreibung der dynamischen Rekristallisation..... | 45 |
| 2.3.3 Modelle zur Beschreibung der statischen Rekristallisation..... | 52 |
| 2.3.4 Modelle zur Beschreibung der metadynamischen Rekristallisation..... | 56 |
| 2.3.5 Modell zur Beschreibung des Kornwachstums nach vollständiger Rekristallisation..... | 58 |
| 2.3.6 Zusammenfassung..... | 59 |
| 3 Motivation und Zielstellung..... | 61 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4 | Versuchsmaterial und Versuchsdurchführung | 63 |
| 4.1 | Versuchsmaterial | 64 |
| 4.2 | Versuchsdurchführung und Versuchsanlagen | 66 |
| 4.2.1 | Glühversuche des Vorbandes | 66 |
| 4.2.2 | Experimentelle Simulation am servohydraulischen Umformsimulator | 66 |
| 4.2.3 | Walzversuche auf der halbkontinuierlichen Walzstraße | 76 |
| 4.3 | Gefügeuntersuchungen..... | 78 |
| 4.3.1 | Lichtmikroskopische Analyse..... | 79 |
| 4.3.2 | Untersuchungen mittels Elektronenrückstreuungsdiffraktometrie..... | 80 |
| 4.3.3 | Untersuchungen mittels Transmissionselektronenmikroskopie..... | 81 |
| 5 | Charakterisierung des gießgewalzten Vorbandes sowie geglühter Zustände | 83 |
| 5.1 | Gießgewalzter Ausgangszustand..... | 83 |
| 5.2 | Geglühtes Gießwalzband | 88 |
| 5.3 | Zusammenfassung..... | 92 |
| 6 | Experimentelle Simulation zur Ermittlung der Modellkoeffizienten | 93 |
| 6.1 | Warmfließkurven | 93 |
| 6.1.1 | Darstellung der Warmfließkurven und ermittelte Modellkoeffizienten | 93 |
| 6.1.2 | Diskussion der Warmfließkurven..... | 96 |
| 6.2 | Dynamische Rekristallisation | 97 |
| 6.2.1 | Aktivierungsenergie für die Warmumformung Q_w | 97 |
| 6.2.2 | Kritischer Umformgrad φ_c | 98 |
| 6.2.3 | Vergleichsumformgrad bei 50 % dynamisch rekristallisiertem Anteil $\varphi_{0,5}$ | 100 |
| 6.2.4 | Dynamisch rekristallisierter Anteil X_{dyn} | 101 |
| 6.2.5 | Dynamisch rekristallisierte Korngröße D_{dyn} | 105 |
| 6.2.6 | Diskussion der dynamischen Rekristallisation | 108 |
| 6.3 | Entfestigungsprozesse nach der Umformung | 113 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.3.1 | Bestimmung des Übergangsumformgrades φ_0 | 113 |
| 6.3.2 | Metadynamische Rekristallisation, $\varphi > \varphi_0$ | 114 |
| 6.3.3 | Statische Rekristallisation, $\varphi < \varphi_c$ | 120 |
| 6.3.4 | Diskussion der Entfestigungsprozesse nach der Umformung..... | 127 |
| 6.4 | Verformungsinduzierte Ausscheidungen | 131 |
| 6.5 | Kornwachstum | 131 |
| 6.5.1 | Kornwachstum nach vollständiger metadynamischer Rekristallisation | 131 |
| 6.5.2 | Diskussion..... | 133 |
| 6.6 | Zusammenfassung..... | 134 |
| 7 | Anwendung der Gefügemodelle auf den Warmwalzprozess | 135 |
| 7.1 | Ergebnisse der Laborwalzversuche | 135 |
| 7.2 | Numerische Simulation der Gefügeentwicklung beim Warmwalzen von gießgewalzten AZ31-Bändern..... | 138 |
| 7.3 | Verifizierung der numerischen Simulation | 142 |
| 8 | Zusammenfassung..... | 145 |
| 9 | Ausblick | 151 |
| | Literaturverzeichnis..... | 153 |
| | Abbildungsverzeichnis..... | 167 |
| | Tabellenverzeichnis | 175 |