

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                                 |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung .....</b>                                                         | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Plastische Verformung von Metallen.....</b>                                  | <b>5</b>  |
| 2.1      | Mechanismen der plastischen Verformung.....                                     | 5         |
| 2.2      | Mikrostrukturentwicklung während der plastischen Verformung .....               | 8         |
| 2.3      | Kornfeinung bei plastischer Verformung.....                                     | 12        |
| 2.4      | Hochgradige plastische Verformung.....                                          | 12        |
| 2.4.1    | Verfahren der hochgradigen plastischen Verformung.....                          | 13        |
| 2.4.2    | ECAP-Verfahren .....                                                            | 15        |
| <b>3</b> | <b>Entfestigungsprozesse .....</b>                                              | <b>23</b> |
| 3.1      | Erholung und Rekristallisation.....                                             | 23        |
| 3.2      | Kornvergrößerung .....                                                          | 27        |
| <b>4</b> | <b>Experimentelles.....</b>                                                     | <b>29</b> |
| 4.1      | Ausgangsmaterial .....                                                          | 29        |
| 4.2      | Probenherstellung.....                                                          | 32        |
| 4.2.1    | ECAP Verformung .....                                                           | 32        |
| 4.2.2    | Walzen .....                                                                    | 34        |
| 4.2.3    | Glühungen .....                                                                 | 35        |
| 4.2.4    | Glühung unter konstanter mechanischer Last .....                                | 35        |
| 4.3      | Untersuchungsmethoden .....                                                     | 37        |
| 4.3.1    | Mikrostrukturmessung.....                                                       | 37        |
| 4.3.2    | Härtmessung .....                                                               | 41        |
| 4.3.3    | Makrotexturmessung .....                                                        | 41        |
| <b>5</b> | <b>Beschreibung der Struktur nach hochgradiger plastischer Verformung .....</b> | <b>45</b> |
| 5.1      | Reinkupfer.....                                                                 | 45        |
| 5.1.1    | Verformter Zustand .....                                                        | 45        |
| 5.1.2    | Geglühter Zustand .....                                                         | 51        |
| 5.2      | Kupferzirkonium .....                                                           | 56        |
| 5.2.1    | Verformter Zustand .....                                                        | 56        |
| 5.2.2    | Geglühter Zustand .....                                                         | 62        |
| 5.2.3    | Vergleich von Reinkupfer und Kupferzirkonium.....                               | 66        |
| 5.3      | Technische AlMgMn-Legierung.....                                                | 68        |
| 5.3.1    | Verformter Zustand .....                                                        | 68        |
| 5.3.2    | Geglühter Zustand .....                                                         | 76        |
| 5.3.3    | Routenvergleich.....                                                            | 82        |

---

|          |                                                                                      |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4      | Kommerzielle AlMn-Legierung.....                                                     | 84         |
| 5.4.1    | Verformter Zustand .....                                                             | 84         |
| 5.4.2    | Geglühter Zustand .....                                                              | 92         |
| 5.4.3    | Routenvergleich.....                                                                 | 98         |
| <b>6</b> | <b>Strukturbildung und –Stabilität nach hochgradiger plastischer Verformung.....</b> | <b>101</b> |
| 6.1      | Kupferwerkstoffe .....                                                               | 101        |
| 6.1.1    | Strukturcharakteristika nach hochgradiger plastischer Verformung.....                | 101        |
| 6.1.2    | Strukturelle Veränderung bei thermischer Behandlung .....                            | 104        |
| 6.1.3    | Rekristallisationskinetik .....                                                      | 106        |
| 6.1.4    | Einfluß von Zr auf Rekristallisationskinetik .....                                   | 111        |
| 6.1.5    | Festigkeit des rekristallisierten ECAP-Materials .....                               | 116        |
| 6.2      | Aluminiumwerkstoffe .....                                                            | 117        |
| 6.2.1    | Strukturcharakteristika nach hochgradiger plastischer Verformung.....                | 117        |
| 6.2.2    | Strukturstabilität .....                                                             | 120        |
| 6.2.3    | Einfluß des Verformungspfades auf die Strukturstabilität .....                       | 121        |
| 6.2.4    | Einfluß der Ausscheidungskinetik auf die Strukturstabilität.....                     | 122        |
| 6.3      | Zusammenfassung.....                                                                 | 124        |
| <b>7</b> | <b>Beeinflussung der thermischen Stabilität durch zusätzliche Behandlung .....</b>   | <b>127</b> |
| 7.1      | Einfluss einer Erholungsglühung .....                                                | 127        |
| 7.1.1    | Ergebnisse.....                                                                      | 127        |
| 7.1.2    | Diskussion .....                                                                     | 132        |
| 7.2      | Einfluss zusätzlicher mechanischer Spannungen.....                                   | 135        |
| 7.2.1    | Ergebnisse.....                                                                      | 135        |
| 7.2.2    | Diskussion .....                                                                     | 139        |
| <b>8</b> | <b>Abschließende Zusammenfassung .....</b>                                           | <b>143</b> |
| <b>9</b> | <b>Literaturverzeichnis .....</b>                                                    | <b>147</b> |