

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 Einleitung..... | 1 |
| 1.1 Motivation..... | 1 |
| 2 Ver- und Entfestigung..... | 3 |
| 2.1 Plastische Verformung durch Versetzungsinduzierung und -bewegung..... | 4 |
| 2.2 Entfestigungsprozess Erholung..... | 8 |
| 2.3 Modelle zur Beschreibung des Fließverhaltens..... | 19 |
| 2.3.1 Empirisch-phänomenologische Modelle | 19 |
| 2.3.2 Physikalisch basiertes Verfestigungsmodell 3IVM+ | 20 |
| 2.3.3 Erholungsmodelle | 24 |
| 2.4 Zielsetzung..... | 25 |
| 3 Experimentelle Arbeiten | 26 |
| 3.1 Preparation | 26 |
| 3.1.1 AA3103 | 26 |
| 3.1.2 Reinaluminium 99,99% | 29 |
| 3.2 Experimenteller Aufbau | 31 |
| 3.3 Angewandte Versuchsmethoden: SR, DZL, DZU | 32 |
| 3.3.1 Spannungsrelaxationsversuch | 33 |
| 3.3.2 Doppelzugversuche | 33 |
| 3.4 Evaluierung..... | 34 |
| 3.4.1 Spannungsrelaxationsversuch | 34 |
| 3.4.2 Doppelzugversuch | 34 |
| 3.4.3 Reproduzierbarkeit der Messungen | 36 |
| 3.4.4 Verfeinerte DZ-Evaluierung..... | 38 |
| 3.5 Experimentelle Parametervariationen..... | 40 |
| 3.5.1 Fall 1: $T = \text{konst}$ | 40 |
| 3.5.2 Fall 2: $\varepsilon_0 = \text{konst}$ | 41 |
| 3.5.3 Fall 3: $S = \text{konst}$ | 42 |
| 3.6 Ergänzende Untersuchungen | 44 |
| 3.6.1 Bestimmung des Elastizitätsmoduls | 44 |
| 3.6.2 Bestimmung der Dehngeschwindigkeitsempfindlichkeit | 45 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.6.3 | Bestimmung des chemischen Spannungsanteils..... | 46 |
| 3.8.4 | Bestimmung des Lösungsgehalts..... | 48 |
| 3.6.5 | Bestimmung der Subkurngröße | 51 |
| 3.6.6 | Thermische Behandlung von Kaltband | 53 |
| 3.6.7 | Thermische Behandlung von Kaltband unter mechanischer Spannung | 56 |
| 4 | Experimentelle Untersuchung der Erholung | 62 |
| 4.1 | Wiederbelastungskurven als Indiz für Erholung..... | 62 |
| 4.2 | Spannungsevolutiin während SR, DZL und DZU | 66 |
| 4.3 | Entwicklung der Entfestigung..... | 67 |
| 4.4 | Mikrstruktur- und Mikrchemieentwicklung..... | 70 |
| 4.4.1 | Mikrochemie | 76 |
| 4.4.2 | Mikrostrukturelle Untersuchungen | 71 |
| 5 | Modellentwicklung | 75 |
| 5.1 | Erholungskinetik nach Kuhlmann-Wilsdorf | 75 |
| 5.1.1 | Einfluss einer externen Spannung | 77 |
| 5.2 | Evaluierung der SR-Kurven nach Fischer | 77 |
| 5.2.1 | Einzelauswertung nach Fischer und dessen Optimierung..... | 79 |
| 5.3 | Versetzungsdichte basiertes Erholungsmodell..... | 81 |
| 5.3.1 | Evolutiin der Dipolversetzungen ρ_{dip} | 84 |
| 5.3.2 | Evolution der geometrisch notwendigen Versetzungen ρ_{geo} | 85 |
| 5.3.3 | Evolutiin der mobilen Versetzungen ρ_{mob} | 66 |
| 5.3.4 | Spannungsentwicklung von DZU- und DZL-Versuchen | 87 |
| 5.4 | Modelloptionen zur Fitoptimierung | 88 |
| 6 | Modellvalidierung | 90 |
| 6.1 | Evaluierung der Erholungskinetik nach Kuhlmann-Wilsdorf | 90 |
| 6.1.1 | AA31B3, $\epsilon_0 = \text{konst.}$ | 90 |
| 6.1.2 | AA3103, S = konst..... | 92 |
| 6.1.3 | Reinaluminium, S = konst. | 96 |
| 6.1.4 | AA3103, 71% kaltgewalzt | 97 |
| 6.1.5 | Einfluss der Mikrostruktur und -chemie auf die Modelle | 98 |
| 6.1.6 | AA3103, T = konst. | 100 |
| 6.2 | Modifizierter Ansatz nach Kuhlmann | 101 |
| 6.2.1 | AA3103, S = konst..... | 101 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.3 | Evaluierung der Erholungskinetik nach Fischer mittels SR-Versuche..... | 105 |
| 6.3.1 | Auswertung nach Fischer mittels vier Parametern α , β , E_m und m | 106 |
| 6.3.2 | Auswertung nach Fischer mittels der Parameter E_m und m | 107 |
| 6.3.3 | Auswertung nach Fischer mittels der Parameter α und β | 108 |
| 6.3.4 | Optimierung des Ansatzes nach Fischer..... | 109 |
| 6.4 | Erholungsmodell..... | 115 |
| 6.4.1 | AA3I03, $S = \text{konst.}$ | 115 |
| 6.4.2 | AA3I03, $\varepsilon_0 = \text{konst.}$ | 121 |
| 6.4.3 | AA3I03, bei konstantem T..... | 123 |
| 6.4.4 | Vorschläge zur Modelloptimierung..... | 124 |
| 7 | Einsatzgebiete | 126 |
| 7.1 | Zukünftige Einsatzgebiete..... | 126 |
| 7.2 | Vorschläge zur Kombination mit dem Modell 3IVM+..... | 127 |
| 7.3 | Zukünftige experimentelle Arbeiten..... | 128 |
| 8 | Zusammenfassung..... | 130 |
| 9 | Literaturverzeichnis | 133 |