



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	Präparation.....	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: $T = konst.$	40
3.5.2	Fall 2: $\varepsilon_D = konst.$	41
3.5.3	Fall 3: $S = konst.$	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
3.6.4	Bestimmung des Lösungsgehalts.....	48
3.6.5	Bestimmung der Subkorngröße	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	Spannungsevolution während SR, DZL und DZU	66
4.3	Entwicklung der Entfestigung.....	67
4.4	Mikrostruktur- und Mikrochemieentwicklung.....	70
4.4.1	Mikrochemie	70
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	Evolution der Dipolversetzungen ρ_{dip}	84
5.3.2	Evolution der geometrisch notwendigen Versetzungen ρ_{GND}	85
5.3.3	Evolution der mobilen Versetzungen ρ_{mob}	86
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	AA3103, $\epsilon_0 = \text{konst.}$	90
6.1.2	AA3103, $S = \text{konst.}$	92
6.1.3	Reinaluminium, $S = \text{konst.}$	96
6.1.4	AA3103, 71% kaltgewalzt	97
6.1.5	Einfluss der Mikrostruktur und -chemie auf die Modelle	98
6.1.6	AA3103, $T = \text{konst.}$	100
6.2	Modifizierter Ansatz nach Kuhlmann	101
6.2.1	AA3103, $S = \text{konst.}$	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	AA3103, $S = \text{konst.}$	115
6.4.2	AA3103, $\varepsilon_0 = \text{konst.}$	121
6.4.3	AA3103, 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.....	129
8	Zusammenfassung.....	130
9	Literaturverzeichnis.....	133