

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Forschung.....	3
2.1	Nickel und Ni-Legierungen	3
2.1.1	Ni-Superlegierungen	4
2.2	Die Ni-Superlegierung NiCr23Co12Mo	6
2.2.1	Die Phasen des Werkstoffs NiCr23Co12Mo.....	7
2.2.2	Einfluss von Bor auf das Gefüge des Werkstoffs NiCr23Co12Mo (2.4673)	15
2.2.3	Wärmebehandlungszustände des Werkstoffs NiCr23Co12Mo (2.4673) 20	
2.3	Temperaturabhängige Duktilität von Nickel und Ni-Legierungen	27
2.4	Interkristalline Rissbildung in Ni-Legierungen	29
2.4.1	Interkristalline Rissbildung in geschweißten Ni-Legierungen.....	29
2.4.1.1	Wiedererwärmungsrisssbildung.....	29
2.4.1.2	Spannungsrelaxationsrisssbildung	31
2.4.1.3	Heißrisse infolge von Zähigkeitsverlust	33
2.4.2	Interkristalline Rissbildung im Grundwerkstoff NiCr23Co12Mo	39
2.4.2.1	Schädigungsbild bei Warmzugversuchen am Werkstoff NiCr23Co12Mo.....	39
2.4.2.2	Rissbildung durch spannungsinduzierte Korngrenzen-Oxidation.....	41
2.4.3	Fazit zur interkristallinen Rissbildung	44
2.5	Das Koinzidenzgitter	46
2.5.1	Koinzidenzgitter, Σ -Wert und Korngrenzenenergie	46
2.5.2	Koinzidenzgitter und interkristalline Rissbildung.....	49
2.5.3	Fazit	51
3	Zielsetzung und Vorgehensweise	52

4	Analytische Untersuchungen.....	55
4.1	Verwendete Materialien	56
4.2	Probenherstellung und -präparation.....	57
4.3	Kornorientierungsmessungen.....	62
4.4	Intermittierender Warmzugversuch bei $T = 700\text{ °C}$	65
4.4.1	Experimenteller Aufbau	65
4.4.2	Durchführung der intermittierenden Warmzugversuche.....	67
4.5	Digitale Bildkorrelation.....	69
4.5.1	Verfahren und Software	69
4.5.2	Oberflächenveränderung durch Oxidation.....	73
4.6	Bildaufnahme für die digitale Bildkorrelation	74
5	Ergebnisse und Diskussion	76
5.1	Charakterisierung Ausgangszustände	77
5.1.1	Lösungsgeglühter, WIG-orbital geschweißter Zustand	78
5.1.2	Stabilgeglühter Zustand	85
5.1.3	Fazit	91
5.2	Beschreibung der auftretenden interkristallinen Rissbildung.....	95
5.2.1	Charakterisierung der interkristallinen Risse.....	95
5.2.2	Mechanismus der Rissbildung	102
5.3	Verformungsverhalten auf mikrostruktureller Ebene.....	108
5.3.1	Verformungen im Korninneren und an den Korngrenzen	108
5.3.2	Verformungen im Grundwerkstoff und im Schweißgut.....	112
5.3.3	Einfluss des Stabilglühens auf die Verformungen	117
5.3.4	Einfluss der Kornorientierung auf die Verformung.....	122
5.3.5	Fazit zum Verformungsverhalten	127
5.4	Betrachtung der Korngrenzen anhand ihrer Koinzidenz	128

5.4.1	Einfluss der Verformung auf die Kornorientierung und das Koinzidenzgitter	129
5.4.2	Einfluss des Koinzidenzgitters auf die interkristalline Rissbildung	131
5.4.3	Verformung an Korngrenzen in Abhängigkeit ihrer Koinzidenz	136
5.4.4	Fazit	140
5.5	Kritische Würdigung der Erkenntnisse.....	142
5.5.1	Vergleich des thermomechanischen Belastungskollektivs	142
5.5.2	Übertragbarkeit der Erkenntnisse dieser Arbeit	147
5.5.2.1	Ductility Dip Cracking.....	147
5.5.2.2	Spannungsrelaxationsrissbildung	149
5.5.2.3	SAGBO-Rissbildung.....	153
6	Zusammenfassung und Ausblick	164
7	Literatur	170
8	Anhang	184