

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Zielsetzung	7
2 Theoretische Grundlagen	10
2.1 Abgasturbolader	10
2.2 Titanaluminid-Legierungen	11
2.3 Mikrostruktur der TiAl-Legierungen	12
2.3.1 Bildung der lamellaren Mikrostruktur während der Erstarrung	16
2.3.2 Versetzungsstruktur	17
2.4 Kriecheigenschaften von TiAl-Legierungen	17
2.4.1 Einfluss der Mikrostruktur	18
2.4.2 Mikrostrukturstabilität	19
2.4.3 Einfluss der Lamellenmorphologie	19
2.4.4 Einfluss der Koloniemorphologie	20
2.4.5 Einfluss der Legierungszusammensetzung	21
2.4.6 Beeinflussung des Primärkriechens	23
2.5 Oxidationsverhalten	24
2.5.1 Oxidationsverhalten TiAl-Legierungen	24
2.5.2 Einfluss des Halogeneffektes auf das Oxidationsverhalten	26
2.6 Herstellung der Turbinenräder	28
3 Experimentelle Methoden	30
3.1 Legierungszusammensetzungen	30
3.2 Charakterisierung der Mikrostruktur	33
3.2.1 Lichtmikroskopie	33
3.2.2 Rasterelektronenmikroskopie	34
3.2.3 Transmissionselektronenmikroskopie	34
3.2.4 Quantitative Gefügeanalyse	34
3.3 Mechanische Prüfverfahren	35
3.3.1 Druckkriechversuche	36
3.3.2 Druckversuche	37
3.3.3 Härteprüfung	38
3.3.4 Nanoindentierung	39
3.4 Oberflächenbehandlung und Oxidationsversuche	40
3.5 Prüfstandversuche	41
4 Mikrostrukturelle Untersuchungen	42
4.1 Charakterisierung der Ausgangsmikrostruktur	42
4.1.1 Legierungen mit einer Erstarrung über die β -Phase	42
4.1.2 Peritektische Legierungen mit niedrigem Niobanteil	47

4.1.3 Peritektische Legierungen mit hohem Niobanteil	54
4.1.4 Legierungen mit einem dendritischen Duplexgefüge	56
4.1.5 Im Differenzdruckgießverfahren hergestellte Legierungen	59
4.1.6 Härtemessungen	61
4.1.7 Thermische Stabilität	63
4.2 Diskussion der Mikrostruktur	66
5 Mechanische Eigenschaften	72
5.1 Druckversuche	72
5.1.1 Ergebnisse der Druckversuche	72
5.1.2 Dehnrateabhängigkeit	76
5.1.3 Mikrostruktur nach der Druckverformung	77
5.2 Diskussion der Druckversuche	81
5.3 Untersuchungen zum Kriechverhalten	84
5.3.1 Legierungen mit einer dendritischen Duplexmikrostruktur	84
5.3.2 Legierungen mit lamellarer Mikrostruktur	86
5.3.3 Einfluss der Wärmebehandlung	94
5.3.4 Vergleich der Legierungen	97
5.3.5 Vergleich mit serienmäßig eingesetzten Turbinenradwerkstoffen	99
5.3.6 Maximaler Verformungswiderstand	102
5.3.7 Bestimmung der Aktivierungsenergie	111
5.3.8 Temperaturnormierte Daten der Ergebnisse aus Verformungsversuchen	112
5.3.9 Korrelation der Kriechergebnisse mit Prüfstandversuchen	113
5.3.10 Einfluss der Gießparameter	114
5.4 Diskussion der Kriecheigenschaften	115
5.4.1 Abhängigkeit der maximalen Kriechfestigkeit von der Mikrostruktur	115
5.4.2 Primärkriechen	118
5.4.3 Entfestigungsverhalten	121
6 Oxidationsverhalten	125
6.1 Ergebnisse der Oxidationsversuche	125
6.2 Diskussion des Oxidationsverhaltens	132
7 Bewertung der Ergebnisse	134
8 Zusammenfassung und Ausblick	137
9 Literaturverzeichnis	140
A Anhang	148