

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Geschichtliche Entwicklung.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Grundlagen.....</b>	<b>7</b>
3.1	Die Wahl des Basiselements .....	7
3.2	Unterschied von kobalt- und nickelbasierten Legierungen .....	8
3.3	Typische Superlegierungen im Hochtemperatureinsatz .....	9
3.4	Konventionelle Kobaltbasis-Superlegierungen.....	12
3.5	Härtungsmechanismen in Superlegierungen.....	13
3.5.1	Mischkristallhärtung.....	14
3.5.2	Ausscheidungshärtung .....	15
3.6	$\gamma'$ -gehärtete Kobaltbasis-Superlegierungen .....	17
3.6.1	Auftretende Phasen .....	18
3.6.2	Legierungselemente .....	19
3.6.3	Gitterfehlpassung .....	22
3.6.4	Evolution der Mikrostruktur.....	24
3.6.5	Diskontinuierliche Reaktionen .....	25
3.7	Korngrenzfestigkeit .....	26
3.8	Kriechen .....	29
3.8.1	Grundlagen der Kriechverformung .....	30
3.8.2	Verformungsmechanismen .....	31
3.8.3	Zug/Druck-Asymmetrie der mechanischen Eigenschaften .....	34
3.8.4	Quantitative Beschreibung.....	34
<b>4</b>	<b>Experimentelles.....</b>	<b>37</b>
4.1	Probenmaterial und Herstellung der Legierungen .....	37
4.2	Probenpräparation und Charakterisierungsmethoden.....	40
4.3	Mechanische Tests unter Druckbelastung .....	42
4.4	Röntgendiffraktometrie.....	43
4.5	Nanoindentierende Rasterkraftmikroskopie.....	46

<b>5</b>	<b>Mikrostruktur</b> .....	<b>49</b>
5.1	Zusammensetzung der Legierungen.....	49
5.2	Temperaturabhängige Phasenübergänge .....	50
5.3	Gusszustand .....	53
5.4	Lösungsgeglühter Zustand .....	54
5.5	Ausgelagerter Zustand.....	55
5.5.1	$\gamma/\gamma'$ – Mikrostruktur .....	55
5.5.2	Phasenbildung an Korngrenzen .....	56
5.6	Einfluss der Legierungselemente auf die Mikrostruktur.....	59
<b>6</b>	<b>Langzeitstabilität</b> .....	<b>67</b>
6.1	Auslagerung bei 900 °C.....	67
6.2	Auslagerung bei 750 °C.....	73
<b>7</b>	<b>Gitterfehlpassung</b> .....	<b>77</b>
<b>8</b>	<b>Lokale mechanische Eigenschaften</b> .....	<b>83</b>
<b>9</b>	<b>Kriecheigenschaften</b> .....	<b>89</b>
9.1	Vergleich mit konventionellen Superlegierungen .....	90
9.2	Einfluss des Borgehalts.....	93
9.3	Einfluss der partikelfreien Zone (PFZ).....	95
9.4	Einfluss der diskontinuierlichen Vergrößerung .....	97
9.5	Verformungsmechanismus bei 850 °C .....	100
9.6	Einfluss der Legierungselemente bei 850 °C .....	103
9.7	Einfluss der Legierungselemente bei 950 °C .....	108
9.8	Kriechdaten im Überblick .....	112
9.9	Auswirkung der Gitterfehlpassung.....	114
9.9.1	Floßbildung bei 850 °C.....	115
9.9.2	Floßbildung bei 950 °C.....	117
<b>10</b>	<b>Anwendungspotential multinärer Legierungen</b> .....	<b>121</b>
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b> .....	<b>131</b>
<b>12</b>	<b>Summary and Outlook</b> .....	<b>135</b>
<b>13</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>137</b>