

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Stand der Technik	3
2.1	Herstellung poröser Metallmembranen	3
2.2	Nutzung selektiver Phasenauflösung	5
2.3	Membranen aus Nickelbasis-Legierungen	5
3	Theoretische Grundlagen	7
3.1	Polykristalline Nickelbasis Superlegierungen	7
3.1.1	Das System γ/γ'	7
3.1.2	Stabilisierung der Korngrenzen	9
3.2	Gerichtete Vergrößerung	12
3.2.1	Vergrößerung unter Beanspruchung	13
3.2.2	Vergrößerung nach Vorverformung	14
3.3	Thermodynamische Simulationen	16
3.3.1	Thermo-Calc	16
3.4	Walzverformung polykristalliner Legierungen	19
3.4.1	Parameter des Walzprozesses	19
3.4.2	Vorgänge im Walzspalt	20
3.4.3	Einfluss des Werkstoffs	24
3.4.4	Rekristallisation und Erholung	24
3.5	Phasenextraktion	26
3.5.1	Chemische Phasenextraktion	26
3.5.2	Elektrochemische Phasenextraktion	27
4	Materialauswahl und Legierungsentwicklung	31
4.1	Materialauswahl	31
4.1.1	Kriechversuche	33

4.2	Modifikation von Nimonic 115	34
4.2.1	Legierung 115 NC	36
4.2.2	Legierung 115 NCV	38
4.3	Legierungen auf Ni-Fe-Al Basis	42
4.3.1	Binäre Systeme	44
4.3.2	Ternäre Legierungen	45
4.3.3	Quaternäre Legierungen	47
4.4	Eigenschaften der Experimentallegierungen	54
4.4.1	Charakterisierung der Ausscheidungsmorphologie	55
4.4.2	Bestimmung der Gitterfehlpassung	56
4.5	Zusammenfassung Legierungsentwicklung	62
5	Walzprozess	63
5.1	Das Walzgerüst	64
5.2	Walzexperimente	64
5.2.1	Walzparameter 115 NC und 115 NCV	66
5.2.2	Walzparameter der Legierung Ni-13Fe-8Al-4Ti	71
5.2.3	Einsatz von Schmiermitteln	73
5.3	Optimierungsmöglichkeiten des Walzprozesses	76
5.3.1	Bandzüge	76
5.3.2	Schmierung bei Hochtemperaturumformung	77
5.3.3	Vorwärmung der Walzen	78
6	Selektive Phasenextraktion	79
6.1	Chemische Extraktion	80
6.1.1	Legierung 115 NC	80
6.1.2	Legierung 115 NCV	85
6.1.3	Ni-13Fe-8Al-4Ti	87
6.2	Elektrochemische Extraktion	87
6.2.1	115 NC	89
6.2.2	115 NCV	94
6.2.3	Ni-13Fe-8Al-4Ti	95
6.3	Zusammenfassung und Optimierungsmöglichkeiten	96
7	Charakterisierung der Struktur	99
7.1	Quantitative Bildanalyse	99
7.1.1	Entwicklung der gerichteten Vergrößerung	100
7.1.2	Vergleich der Legierungen	103
7.2	Gaspermeabilität	107
7.3	Mechanische Eigenschaften	109

8	Anwendungsfelder	113
8.1	Luftfahrt	113
8.2	Bioverfahrenstechnik	114
9	Zusammenfassung	115