

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
2.	Stand des Wissens .....	5
2.1.	Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC) .....	5
2.1.1	Funktionsweise, Konzept und Aufbau.....	6
2.1.2.	Design und Werkstoffe.....	10
2.1.3.	Anforderungen an die Lotmaterialien .....	16
2.2.	Lotmaterialien für Hochtemperatur-Werkstoffe .....	17
2.2.1.	Glasige, glaskeramische und Komposit-Lote.....	17
2.2.2.	Metallische Lote, Pressdichtungen und alternative Dichtungsvarianten .....	22
2.3.	Applikations- und Fügeverfahren .....	25
2.3.1.	Applikationsverfahren .....	25
2.3.2.	Fügeverfahren .....	26
3.	Theoretische Grundlagen, Konzepte und Entwicklungs-strategien.....	28
3.1.	Wissensbasierte Entwicklungsstrategien .....	28
3.1.1.	Beziehung zwischen Anforderungsprofil und Werkstoffeigenschaften.....	28
3.1.2.	Rechnergestützte Werkzeuge zur Vorauswahl geeigneter Lotbasis-Systeme .....	29
3.1.3.	Entwicklungsstrategie zur Entkopplung der einzustellenden Eigenschaften .....	30
3.2.	Konzepte zur Steuerung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Lotmaterialien .....	31
3.2.1.	Steuerung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten durch rechnergestützte Werkzeuge .....	31
3.2.2.	Steuerung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten durch gezielte Kristallisation geeigneter Phasen.....	31
3.2.3.	Steuerung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten durch Beimengung kristalliner festen Phase.....	32
3.3.	Strategien zur Steuerung der Fließfähigkeit von Lotmaterialien beim Fügen .....	34
3.3.1.	Erhöhung der Fließfähigkeit durch Zugabe von Flussmitteln und durch gezielte Reduzierung der Partikelgröße.....	35
3.3.2.	Erhöhung der Fließfähigkeit durch Auswahl von Stoffssystemen mit niedrigen Eutektika .....	36
3.3.3.	Erhöhung der Fließfähigkeit durch Zugabe von Phasen mit niedrigen Eutektika .....	37

4.	Experimentelle Arbeiten .....	39
4.1.	Werkzeuge zur Durchführung experimenteller Arbeiten.....	39
4.1.1.	Rohstoffe.....	39
4.1.2.	Auswahl der Lotbasis-Systeme .....	39
4.1.3.	Charakterisierungsmethoden .....	45
4.2.	Thermochemische Berechnung konstitutioneller Glaszusammensetzungen .....	53
4.3.	Experimentelle Durchführung .....	55
4.3.1.	Probenherstellung .....	55
4.3.2.	Messung des Ausdehnungskoeffizients- und Kristallisationsverhaltens.....	56
4.3.3.	Messung der Viskositäten .....	61
4.4.	Füge- und Auslagerungsverhalten .....	63
4.5.	Fehlerbetrachtung .....	65
5.	Ergebnisse und Diskussion .....	66
5.1.	Untersuchung des Kristallisationsverhaltens .....	66
5.1.1.	Untersuchung des Kristallisationsverhaltens von Glasmatrizen aus ternären Systemen .....	66
5.1.2.	Untersuchungen zum Kristallisationsverhalten der Glaszusammen- setzungen aus quaternären Systemen.....	72
5.1.3.	Untersuchung des Kristallisationsverhaltens der Zusatz-Glasmatrizen.....	76
5.2.	Dilatometrische und Röntgenbeugungs-Untersuchungen .....	79
5.2.1.	Dilatometrische Untersuchungen des Füllstoffes, Glasmatrizen und ihrer kristallinen Zustandes.....	79
5.2.2.	Dilatometrische Untersuchungen hergestellter glaskeramischen Ver- bundwerkstoffe und ihres kristallinen Zustandes.....	84
5.2.3.	Qualitative Untersuchungen am glaskeramischen Verbundwerkstoffe im kristallinen bzw. Teilkristallinen Zustand (Röntgenbeugung; Licht- mikroskopie und REM-EDX-Untersuchungen).....	89
6.	Untersuchungen zur Steuerung der Fließfähigkeit; Füge- und Auslagerungs- versuche.....	94
6.1.	Vergleich der modellierten und experimentellen Viskositätskurven.....	94
6.2.	Steuerung der Fließfähigkeit bzw. Anpassung der Fügetemperatur.....	96
6.2.1.	Effekt einer dispersen Phase .....	96
6.2.2.	Untersuchung der Steuerung der Fließfähigkeit durch Zumischung von Phasen als Flussmittel in das Lotmaterial .....	97
6.2.3.	Füge- und Auslagerungsversuchen.....	99
7.	Zusammenfassung.....	107

---

8. Summary .....	110
Anhang .....	111
Literaturverzeichnis .....	122