



WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER

Masterarbeit

Abhängigkeit der thermodynamischen und mechanischen Eigenschaften eines Zr-basierten metallischen Massivglases von der thermomechanischen Vorgeschichte

Thermomechanical history-dependence of thermodynamic and mechanical
properties of a Zr-based metallic glass

zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science
im Institut für Materialphysik (AG Wilde)

Eingereicht von: Niklas Olschewski [n.olschewski@uni-muenster.de]
geboren am 01. Juni 1992 in Herten

Matrikelnummer: 380 535

Erstgutachter: Prof. Dr. Gerhard Wilde

Zweitgutachter: Dr. Harald Rösner

Münster, den 29. September 2016

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	VII
Einleitung	1
1 Theoretische Grundlagen	3
1.1 Der Glaszustand	3
1.2 Das Modell des freien Volumens	10
1.3 Relaxationsverhalten metallischer Gläser	14
1.4 Mechanisches Verhalten metallischer Gläser	16
2 Experimentelle Methoden	20
2.1 Kaltwalzen	20
2.2 Thermische Analyse	22
2.2.1 Dynamische Differenzkalorimetrie	22
2.2.2 Messung der Wärmekapazität bei tiefen Temperaturen	24
2.2.3 Dilatometrie	29
2.3 Röntgenanalyse	31
2.4 Rasterelektronenmikroskopie	33
2.5 Transmissionselektronenmikroskopie	35
2.6 Rasterkraftmikroskopie	37
2.7 Untersuchung der mechanischen Eigenschaften	38
2.7.1 Ultraschallmessungen	38
2.7.2 Dichtemessung	39
2.7.3 Mikroindentation	40
2.7.4 Verhalten im Dreipunktbiegeversuch	41
3 Experimentelle Beobachtungen und Diskussion der Ergebnisse	43
3.1 Das Probenmaterial	43
3.2 TEM-Untersuchungen	48
3.3 Thermische Analyse	53
3.3.1 Kalorimetrische Messungen	53
3.3.2 Messung der Wärmekapazität bei tiefen Temperaturen	64
3.3.3 Dilatometrie	72
3.4 Röntgenanalyse	74
3.5 Untersuchung der mechanischen Eigenschaften	75
3.5.1 Bestimmung elastischer Konstanten mittels Ultraschall- und Dichtemessungen	75
3.5.2 Mikroindentation	77
3.5.3 Verhalten im Dreipunktbiegeversuch	81

4 Zusammenfassung und Ausblick	91
4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse	91
4.2 Ausblick	96
Literaturverzeichnis	98