



Westfälische
Wilhelms-Universität
Münster

> Lokale Dichtebestimmung in amorphen Materialien mittels HAADF-STEM

Masterarbeit von Lea Kümper
April 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Amorphe Materialien	3
2.1	Metallische Gläser	3
2.1.1	Thermodynamik der Glasbildung	3
2.1.2	Atomare Anordnung in metallischen Gläsern	5
2.1.3	Verformungsmechanismus in metallischen Gläsern	7
3	Transmissionselektronenmikroskopie	10
3.1	Aufbau des TEM	10
3.2	Elastische und inelastische Streuung von Elektronen	10
3.3	Abhängigkeit der Transmission von der lokalen Dichte	14
3.3.1	Berechnung der Kontrastdicke x_k	16
3.4	Beugung von Elektronen	17
3.5	Raster-Transmissionselektronenmikroskopie	18
3.5.1	HAADF-STEM	18
3.5.2	EELS	19
3.5.3	Nanobeamdiffraktion	20
3.6	Simulation des HAADF-STEM-Signals	21
3.6.1	Multislice Methode	21
3.6.2	STEM-Abbildungskontrast	22
3.6.3	Thermisch diffuse Streuung	23
4	Experimentelle Dichtebestimmung mittels HAADF-STEM	24
4.1	Probenauswahl und -herstellung	24
4.1.1	Physikalische Gasabscheidung	24
4.1.2	Präparation der TEM-Proben mittels fokussiertem Ionenstrahl	25
4.1.3	Dichte ρ der Schichtmaterialien	26
4.2	Ergebnisse	27
4.2.1	Probenbeschaffenheit nach Herstellung und Präparation	28
4.2.2	Bestimmung der Foliendicke	29
4.2.3	Abhängigkeit des HAADF-STEM-Signals von dem Öffnungswinkel	30
4.2.4	Bestimmung der lokalen Dichteänderung	30
4.2.5	Variation der Massendicke	32
4.2.6	Bestimmung der lokalen Dichteänderung in einem Silber-Kobalt-Schichtsystem	35
4.3	Diskussion	35
5	Simulationsbasierte Dichtebestimmung mittels QSTEM	38
5.1	Cu-Zr-Glasstruktur	38
5.2	Ergebnisse	38
5.2.1	Simulation eines Scherbandes durch Dichtevariation	39
5.2.2	Variation der chemischen Zusammensetzung	40
5.3	Diskussion	42
6	Zusammenfassung und Ausblick	45
	Literatur	46
