

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Simultane Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskopie</b>	<b>5</b>
2.1. Rastertunnelmikroskopie . . . . .	6
2.2. Rasterkraftmikroskopie . . . . .	9
2.2.1. Langreichweitige Kräfte . . . . .	9
2.2.2. Kurzreichweitige Kräfte . . . . .	11
2.2.3. Frequenzmodulations-Rasterkraftmikroskopie . . . . .	12
2.2.4. Höhere Harmonische in der Rasterkraftmikroskopie . . . . .	15
<b>3. Experimenteller Aufbau</b>	<b>19</b>
3.1. qPlus-Sensoren mit Wolfram- und Kupferspitzen . . . . .	19
3.2. Vakuumsystem und Tieftemperaturmikroskop . . . . .	24
3.2.1. Präparations- und Analysekammer . . . . .	24
3.2.2. Tieftemperaturmikroskop und Elektronik . . . . .	25
<b>4. Charakterisierung verschiedener Spitzen auf CO/Cu(111)</b>	<b>29</b>
4.1. Probensystem CO auf Cu(111) . . . . .	31
4.2. Modifikation und Charakterisierung der Spitz . . . . .	32
4.2.1. Modifikation des Spitzcluster . . . . .	33
4.2.2. Charakterisierung der Spitzen über dem CO-Molekül - Mess- prozedur und Auswertung . . . . .	35
4.3. Messungen mit Kupferspitzen . . . . .	41
4.3.1. Rotationssymmetrische Spitz mit starker Anziehung im Zen- trum . . . . .	42
4.3.2. Rotationssymmetrische Spitz mit schwacher Anziehung im Zentrum . . . . .	44
4.3.3. Zweifach symmetrische Spitz . . . . .	47
4.3.4. Ursprung und Zuordnung der Spitzbilder . . . . .	47

4.3.5. Einfluss der Spitzensymmetrie auf den Tunnelstrom . . . . .	52
4.4. Vergleich von Kupfer-, Wolfram- und Eisenspitzen . . . . .	54
4.4.1. Rotationssymmetrische Spitzen . . . . .	54
4.4.2. Spitzen mit mehrzähliger Symmetrie . . . . .	56
4.5. Charakterisierung von CO-Spitzen . . . . .	58
4.5.1. Durchführung der Messungen . . . . .	58
4.5.2. Ergebnisse und Diskussion . . . . .	59
<b>5. Messungen auf epitaktischem Graphen mit charakterisierten Spitzen</b>	<b>63</b>
5.1. Probensystem - Epitaktisches Graphen auf SiC(0001) . . . . .	65
5.2. Messungen mit uncharakterisierten Metallspitzen . . . . .	68
5.3. Messungen mit charakterisierten Metallspitzen . . . . .	69
5.3.1. Ablauf der Messungen . . . . .	70
5.3.2. Identifizierung der Spitzen . . . . .	72
5.3.3. Messungen mit Cu(100)-Spitze auf Graphen . . . . .	74
5.3.4. Messungen mit einer Cu(110)-Spitze auf Graphen . . . . .	75
5.3.5. Kontrast und Auflösung . . . . .	77
5.3.6. Reaktivität der Metallspitzen . . . . .	81
5.4. Messung mit CO-Spitze . . . . .	84
5.4.1. Ablauf der Messung . . . . .	84
5.4.2. Ergebnisse . . . . .	86
5.4.3. Interpretation der Tunnelstromkarten . . . . .	89
5.4.4. Wechselwirkung der CO-Spitze mit Graphen . . . . .	91
5.4.5. Analyse und Diskussion der höheren Harmonischen . . . . .	98
<b>6. Zusammenfassung</b>	<b>107</b>
<b>A. Anhang</b>	<b>111</b>
A.1. Weitere COFI-Bilder von Kupferspitzen . . . . .	111
A.2. Verschiebung des Graphengitter mit uncharakterisierten Spitzen . . . . .	112
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>110</b>
<b>Danksagung</b>	<b>114</b>