

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Simultane Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskopie	5
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
3. Experimenteller Aufbau	19
3.1. qPlus-Sensoren mit Wolfram- und Kupferspitzen	19
3.2. Vakuumsystem und Tieftemperaturmikroskop	24
3.2.1. Präparations- und Analysekommer	24
3.2.2. Tieftemperaturmikroskop und Elektronik	25
4. Charakterisierung verschiedener Spitzen auf CO/Cu(111)	29
4.1. Probensystem CO auf Cu(111)	31
4.2. Modifikation und Charakterisierung der Spitze	32
4.2.1. Modifikation des Spitzencluster	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 Spitzen mit starker Anziehung im Zen- trum	42
4.3.2. Rotationssymmetrische Spitzen mit schwacher Anziehung im Zentrum	44
4.3.3. Zweifach symmetrische Spitzen	47
4.3.4. Ursprung und Zuordnung der Spitzenbilder	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
5. Messungen auf epitaktischem Graphen mit charakterisierten Spitzen	63
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
6. Zusammenfassung	107
A. Anhang	111
A.1. Weitere COFI-Bilder von Kupferspitzen	111
A.2. Verschiebung des Graphengitter mit uncharakterisierten Spitzen . . .	112
Literaturverzeichnis	110
Danksagung	114