

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis	vii
1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung und Technik	3
2.1 Theoretisch konzeptionelle Grundlagen	4
2.1.1 Metrologische Rückführbarkeit	4
2.1.2 Messunsicherheit	7
2.2 Messsysteme der Fertigungsmesstechnik	11
2.2.1 Kategorisierung	12
2.2.2 Metrologische Lücke	16
2.3 Positioniersysteme der Nanokoordinatenmesstechnik	18
2.3.1 Dreidimensionale Positioniersysteme	18
2.3.2 Positioniersysteme mit erhöhtem Freiheitsgrad	20
2.4 Ausgewählte Sensoren der Nanometrologie	23
2.4.1 Rasterkraftmikroskope	25
2.4.2 Mikrotaktile Tastsysteme	30
2.5 Problemfelder der mikrotaktilen Antastung	32
2.5.1 Grobgestalt der Tastkugel	33
2.5.2 Anziehende Kräfte	35
2.6 Charakterisierung einer (mikrodimensionalen) Kugel	38
2.6.1 Bestimmung der Grobgestalt	38
2.6.2 Bestimmung der Feingestalt	41
2.7 Konfokalmikroskopie	42
2.7.1 Aufbau und Modellierung	44
2.7.2 Weiterentwicklungen	48
2.8 Fokusabstandsmodulierter Konfokalsensor	50
2.8.1 Aufbau und Modellierung	50
2.8.2 Signalauswertung	52
3 Handlungsbedarf und Zielsetzung	57
3.1 Handlungsbedarf	57
3.2 Zielsetzung	59
4 Rasterkraftmikroskopische Charakterisierung	61
4.1 Aufbau und metrologische Eigenschaften des Sensorsystems	62
4.1.1 Aufbau und Signalfluss	62
4.1.2 Metrologische Eigenschaften	63

4.2	Klemmender Sensorhalter	70
4.2.1	Aufbau	70
4.2.2	Metrologische Eigenschaften	71
4.3	Selbstaktuierender Messmodus	75
4.3.1	Aufbau	77
4.3.2	Metrologische Eigenschaften	77
4.4	Zusammenfassende Untersuchungen	79
4.4.1	Vergleich der unterschiedlichen Konfigurationen	79
4.4.2	Untersuchungen zu den verbleibenden Abweichungen	80
4.4.3	Applikationsmessung	81
4.5	Fazit	82
5	Konfokalmikroskopische Charakterisierung	85
5.1	Messmodi des fokusabstandsmodulierten Konfokalsensors	86
5.1.1	Darstellung	86
5.1.2	Untersuchungen zum Auflösungsvermögen	93
5.2	Konfokalmikroskopische Kugelmessung	105
5.2.1	Steigungsabhängige systematische Messabweichungen	107
5.2.2	Bidirektionale Messung einer Mikrokugel	115
5.3	Fazit	121
6	Zielerreichung und Ausblick	123
6.1	Zielerreichung	123
6.2	Ausblick	125
	Literaturverzeichnis	129