

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	i
Kurzfassung.....	iii
Abstract	v
Liste der Veröffentlichungen	vii
Inhaltsverzeichnis.....	xiii
Abkürzungsverzeichnis	xv
Symbolverzeichnis	xvii
1. Einleitung.....	1
2. Stand der Technik	3
2.1. Konventionelle Messtechniken.....	3
2.1.1. Optische Partikeldetektion.....	4
2.1.2. Elektrische Detektion	6
2.1.3. Gravimetrische Messmethoden	7
2.1.4. Methoden zur Bestimmung von Größenverteilungen	8
2.2. MEMS-basierte Nanopartikeldetektoren	11
2.3. Cantilever-basierter Nanopartikel Detektor (Cantor)	14
2.4. Was wurde erreicht und was bleibt zu tun?	17
3. Eigenschaften resonanter MEMS-Sensoren	20
3.1. Resonanzverhalten /-analyse	20
3.2. Resonante Anregung und Auslesung.....	23
3.2.1. Piezoelektrische Wandler	24
3.2.2. Elektromagnetische Wandler.....	27
3.2.3. Elektrothermische Wandler	27
3.2.4. Kapazitive/Elektrostatische Wandler	30
3.2.5. Piezoresistive Wandler	31
3.3. Resonanzfrequenzanalyse und -verfolgung.....	39
3.3.1. Nachbildung resonanter Messkurven	39
3.3.2. Asymmetrisches Resonanzverhalten und Übersprechen des Anregungs- signals	39
3.3.3. Nichtlineares Resonanzverhalten	45

3.3.4.	Resonanzfrequenzverfolgung.....	46
4.	Miniaturisierter, selbstauslesender Cantilever-Resonator	53
4.1.	Sensor-Design	53
4.1.1.	Konzeptentwicklung.....	53
4.1.2.	Design-Optimierung durch Finite-Elemente-Modeling (FEM)	55
4.2.	Größenselektive Partikelsammlung.....	58
4.3.	Sensorherstellung	61
4.3.1.	Herstellungsprozess.....	62
4.3.2.	Anisotropes Ätzen von MEMS-Strukturen	64
4.3.3.	Unterätzen von mikromechanischen Strukturen	67
4.3.4.	Herstellung einer Abschirmwand unterhalb der Cantilever-Struktur ...	72
4.4.	Systemaufbau	74
4.5.	Funktionstests.....	77
4.5.1.	Resonanzanalyse	77
4.5.2.	Detektion von Nanopartikeln	80
4.6.	Sensorreinigung.....	81
5.	Referenzmessung.....	86
5.1.	Auflösungsvermögen und Langzeitstabilität.....	86
5.2.	Partikelmessung.....	88
5.3.	Abhängigkeit der Sammeleffizienz von der Sammelspannung	93
5.4.	Berechnung der Partikelgrößenverteilung.....	98
6.	Zusammenfassung	101
	Liste der Tabellen	104
	Referenzen	105