



Omid Manouchehr Feroughi (Autor)
Laserinduzierte Fluoreszenz zur abbildenden In-situ-Messung der Gastemperatur, Eisen- und Siliziumoxidkonzentration in Nanopartikelsynthesereaktoren



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7174>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

Summary	3
Zusammenfassung.....	5
1 Einleitung	9
1.1 Motivation	9
1.2 Zielsetzung.....	11
2 Theoretischer Hintergrund	15
2.1 Synthese von Nanopartikeln	15
2.1.1 Stand der Technik der Gasphasensynthese von Nanopartikeln.....	16
2.1.2 Grundlegende Prozesse während der Gasphasensynthese von Nanopartikeln.....	19
2.2 Grundlagen der Atom- und Molekülspektroskopie	22
2.2.1 Interaktion von Licht mit Materie.....	22
2.2.2 Elektronische Energiezustände	24
2.2.3 Vibrationszustände.....	25
2.2.4 Rotationszustände	26
2.2.5 Aufbau von Schwingungs-Rotationsspektren	29
2.2.6 Thermische Besetzung des Grundzustandes	35
2.2.7 Linienprofile	36
2.3 Laserinduzierte Fluoreszenz	43
2.3.1 Das Zwei-Niveau-Modell	43
2.3.2 Die Fluoreszenzgleichung	46
2.3.3 Erweiterungen des Zwei-Niveau- zum Vier-Niveau-Modell.....	49
2.4 LIF-Thermometrie	52
2.4.1 Ein-Linien-LIF-Thermometrie.....	53
2.4.2 Zwei-Linien-LIF-Thermometrie.....	53
2.4.3 Boltzmann-Plot-Verfahren.....	54
2.4.4 Multilinen-NO-LIF-Thermometrie	56
3 Experimenteller Aufbau	61
3.1 Niederdruckflammenreaktor im Labormaßstab.....	61
3.2 Nanopartikelflammenreaktor im Technikumsmaßstab.....	64
4 Spektroskopische Untersuchung von SiO als Intermediat der Synthese von SiO₂ aus HMDSO.....	69
4.1 Spektroskopie von Siliziummonoxid SiO	69
4.1.1 Elektronenzustände des SiO.....	70
4.1.2 Schwingungszustände des SiO	72



4.1.3	Ermittlung des linearen Regimes	74
4.1.4	Anregungs-/Detektionsschemata im SiO A–X System	75
4.1.5	Rotationszustände von SiO	80
4.2	Temperatur- und SiO-Konzentrationsmessungen.....	81
4.3	Vergleich experimenteller Anregungsspektren mit simulierten Spektren	86
4.4	Multilinen-SiO-LIF-Thermometrie	88
4.4.1	Auswahl der Startposition des Spektrums, der spektralen Breite und ihre Temperatursensitivität	88
4.4.2	Übertragung auf das Experiment	92
5	Optische Diagnostik am Flammenreaktor im Technikumsmaßstab	95
5.1	Genauigkeit des Multilinen-NO-LIF-Verfahrens in fluktuierenden Systemen	95
5.1.1	Fehlerabschätzung durch Modellierungsansatz	96
5.1.2	Übertragung auf das Experiment	101
5.2	Anwendung des Multilinen-NO-LIF-Verfahrens unter industrienahen Bedingungen	111
5.2.1	Thermometrie-Ergebnisse unter Variation der Betriebsbedingungen.....	111
5.3	Konzentrationsbestimmung atomaren Eisens als Intermediat zur Synthese von Eisenoxid-Nanopartikel aus Fe(CO) ₅	114
5.4	Vergleich der experimentellen Ergebnisse mit Simulationen	117
5.4.1	Vergleich gemessener Temperaturen mit dem Resultat aus dreidimensionalen CFD-Simulationen des Flammenreaktors	117
5.4.2	Simulation der Prekursorzeretzung und Partikelbildung auf Basis der Temperaturmessungen.....	120
6	Ausblick.....	125
7	Zusammenfassung.....	127
8	Literaturverzeichnis	131
	Eigene Publikationen	145
	Begutachtete Publikationen.....	145
	Konferenzbeiträge	146
	Abkürzungsverzeichnis.....	147
	Danksagung	151