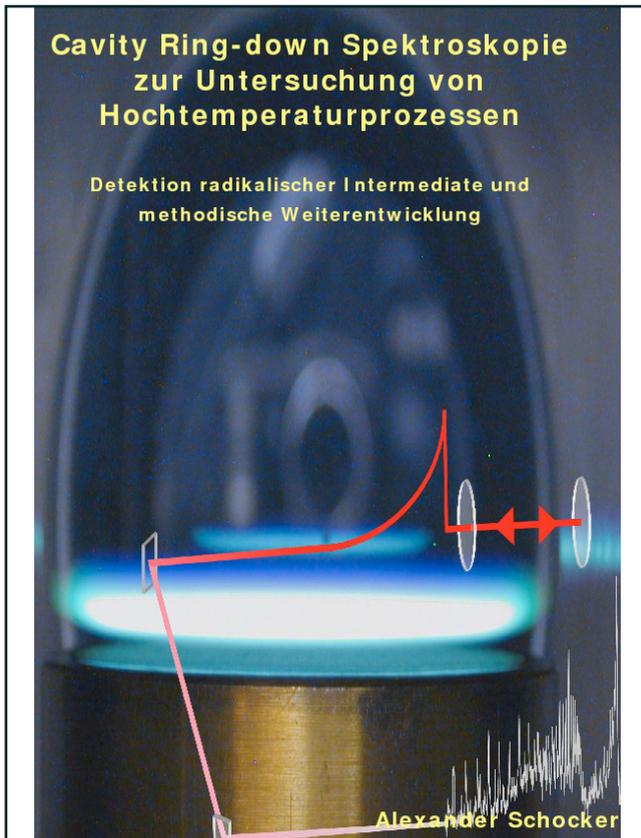




Alexander Schocker (Autor)

Cavity Ring-down Spektroskopie zur Untersuchung von Hochtemperaturprozessen

Detektion radikalischer Intermediate und methodische Weiterentwicklung



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2625>

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

1	Einleitung	1
2	Spektroskopische Methoden	5
2.1	Spektroskopische Techniken in der Chemie	6
2.2	Absorptionsspektroskopie	10
2.3	Cavity Ring-down Spektroskopie (CRDS)	13
2.3.1	Resonator	14
2.3.2	Mathematische Beschreibung	15
2.3.3	Modenstruktur in einem Resonator	17
2.3.4	Sensitivität der CRDS	23
2.4	Continuous-wave CRDS (cw-CRDS)	24
2.4.1	Methodische Weiterentwicklungen der CRDS	27
2.5	Applikationen der CRDS	29
2.5.1	CRDS in der Verbrennungsdiagnostik	29
2.5.2	CRDS an Oberflächen, Festkörpern und Flüssigkeiten	32
2.6	Laserinduzierte Fluoreszenz (LIF)	33
3	Experimenteller Aufbau und Datenanalyse	35
3.1	Experimenteller Aufbau	36
3.1.1	Lasersystem	36
3.1.2	Ring-down Resonator	38
3.1.3	Detektion	39
3.1.4	Visualisierung der Modenstruktur	40
3.1.5	Detektion der Breitband-Fluoreszenz	42
3.2	Modellbrenner	43
3.2.1	McKenna-Brenner	43
3.2.2	Niederdruckbrenner für zweidimensionale Messungen	44
3.3	Experimentsteuerung und Datenerfassung mit <i>LabView</i>	48
3.4	Datenanalyse und Auswertung	50
3.4.1	Auswertungsprogramm <i>Win-CRDEval</i>	51
3.4.2	Linienverbreiterung bei molekularen Resonanzen	53
3.4.3	Temperaturbestimmung	55



3.4.4	Bestimmung der absoluten Teilchendichte	56
4	Untersuchung des Einflusses der Laserlinienbreite auf das CRDS-Signal	59
4.1	Einfluss der Laserlinienbreite	60
4.2	Spektroskopie des OH-Radikals	62
4.3	Der <i>single-mode, tunable</i> Laser (STL)	64
4.4	Besonderheiten des experimentellen Aufbaus	69
4.5	Analyse der Linienform	71
4.5.1	Hochaufgelöste Messungen mit dem STL-System	71
4.5.2	Vergleichende Messungen mit dem Excimer/Farbstofflasersystem	75
4.6	Quantitative Messungen mit dem Excimer-/Farbstofflasersystem	78
4.6.1	Temperaturbestimmung	79
4.6.2	Konzentrationsbestimmung	80
4.7	Simulation der Linienbreiteneffekte	81
4.7.1	Simulationsprogramm <i>Win-CRDSim</i>	83
4.7.2	Vergleich verschiedener Auswertungsstrategien	85
4.8	Zusammenfassung	89
5	Quantitative Untersuchung brennstoffreicher Flammen	91
5.1	Grundlegende Aspekte von Verbrennungsprozessen	92
5.1.1	Flammenchemie	92
5.1.2	Rußbildung	93
5.2	Charakterisierung brennstoffreicher Flammen	96
5.2.1	Laminare Flammen	96
5.2.2	Flammenbedingungen	98
5.2.3	Chemilumineszenz zur optischen Charakterisierung der Flammen	99
5.3	Tomographische Messungen	100
5.3.1	Tomographische Rekonstruktionsmethoden	101
5.3.2	Rekonstruktion einer Teclubrennerflamme	102
5.3.3	Rekonstruktion einer McKenna-Flamme	106
5.4	Temperaturmessungen	107
5.5	Qualitativer und quantitativer Nachweis verschiedener Spezies	111
5.5.1	Übersichtsspektrum im VIS/UV Spektralbereich	111
5.5.2	OH-Radikal	112
5.5.3	HCO-Radikal	116
5.5.4	¹ CH ₂ -Radikal	122
5.5.5	H ₂ O	127
5.6	Vergleich mit CHEMKIN-Simulationsrechnungen	132
5.7	Untersuchung nicht-resonanter Effekte in den Ring-down Spektren	136
5.8	Ausblick: Detektion weiterer Spezies	141
5.8.1	CH-Radikal	141

5.8.2	C ₂ -Radikal	142
5.9	Zusammenfassung	143
6	CRDS zur Bestimmung des ASE-Anteils im Laserlicht	145
6.1	Verstärkung der spontanen Emission (ASE)	146
6.2	Prinzip der ASE-Bestimmung mittels der CRDS	147
6.3	Besonderheiten des experimentellen Aufbaus	148
6.4	Ergebnisse	150
6.4.1	Absorptionsspektrum der Natrium D-Linien	150
6.4.2	Optimierung der Parameter	151
6.4.3	Bestimmung des ASE-Anteils	153
6.4.4	ASE-Messungen am single-mode, tunable Laser (STL)	155
6.5	Einfluss der ASE auf quantitative Messungen	156
6.6	Zusammenfassung	158
7	Aufbau und Charakterisierung eines cw-CRDS Experiments	161
7.1	Einleitung/Motivation	161
7.2	Charakterisierung einzelner Komponenten	163
7.2.1	Laserquelle	163
7.2.2	Modulation des Laserstrahls	163
7.2.3	Gaszelle	166
7.2.4	Strahlführung und zeitliche Synchronisation	167
7.3	Ergebnisse	169
7.3.1	Druckstabilität des Resonators	169
7.3.2	NO ₂ -Konzentrationsmessungen und Detektionslimit	170
7.4	Zusammenfassung/Ausblick	171
8	Zusammenfassung und Ausblick	173
A	Anhang	179
A.1	Laseremissionsspektren bei einer Pumpwellenlänge von 351 nm	179
A.2	Reflektivitäten der Resonatorspiegel	181
	Abkürzungsverzeichnis	183
	Literaturverzeichnis	185