



Markus Köhler (Autor)

Systematische Brennstoffuntersuchungen mittels quasi-simultaner CRD- und LIF-Spektroskopie



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1212>

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	Allgemeine Grundlagen	7
2.1	Grundlagen der Verbrennungschemie	8
2.1.1	Verbrennungsprozesse	11
2.1.2	Flammentypen	13
2.1.3	Stöchiometrie	19
2.2	Die Theorie vom Kohlenwasserstoff-Radikalpool	22
2.2.1	Entwicklung der Kohlenwasserstoff-Radikalpool-Theorie	24
2.2.2	Erläuterungen zum Radikalpool	26
2.2.3	Folgen der Radikalpool-Theorie	27
2.3	Optische Analytik in der Verbrennungsdiagnostik	29
2.3.1	Cavity Ring-down-Spektroskopie	29
2.3.2	Laserinduzierte Fluoreszenz-Spektroskopie	35
3	Laminare Flammensysteme	39
3.1	Niederdrucksystem für laminare Flammen	40
3.1.1	Die Niederdruckbrennerkammer	40
3.1.2	Der Brenner nach McKenna	43
3.1.3	Der Verdampfer	44
3.2	Untersuchte Flammensysteme	47
4	Experimentelles und Simulationen	51
4.1	Quasi-simultane CRD- und LIF-Experimente	52
4.1.1	Experimenteller Aufbau	52
4.1.2	Das Lasersystem	54
4.1.3	Das CRD-System	56
4.1.4	Das LIF-System	58
4.2	Datenerfassung und Auswertung der Messdaten	61
4.2.1	Steuerung und Datenaufnahme des CRD-Experiments	61
4.2.2	Auswertung der CRD-Daten	64
4.2.3	Bestimmung der absoluten Teilchendichte	69
4.2.4	Auswertung der LIF-Datensätze	73
4.3	NO-LIF Temperaturmessungen	74
4.3.1	Experimenteller Aufbau	74
4.3.2	Bearbeitung der Rohdaten	76

4.4	PLIF- und 2D-Messungen	76
4.4.1	Experimenteller Aufbau	77
4.4.2	Kalibrierungen	78
4.5	Experimentelle Neuerungen und Erweiterungen	80
4.6	Modellierungen und Simulationen	87
4.6.1	Modellierungen mit CHEMKIN-II	87
4.6.2	Weitere Programme	91
5	Speziesdetektion und Methodik	95
5.1	Detektion und Analytik der Verbrennungsspezies	96
5.1.1	Das CH ₃ -Radikal	96
5.1.2	Das C ₂ -Molekül	105
5.1.3	Das CH-Radikal	111
5.1.3.1	Untersuchung anderer Spektralbereiche	117
5.1.3.2	PLIF-Messungen am CH-Radikal	120
5.1.4	Das CH ₂ O-Molekül	123
5.1.4.1	Spektroskopie	124
5.1.4.2	Quantitative Analyse in laminaren Niederdruckflammen	126
5.2	Thermometrie	137
5.2.1	Übersicht der invasiven und nichtinvasiven Temperaturbestimmungen	137
5.2.2	Experimentelle Ergebnisse	138
5.2.2.1	CRDS-Thermometrie	138
5.2.2.2	NO-LIF-Thermometrie	141
5.2.3	Temperaturbestimmung mittels NO-LIF	143
5.2.4	Zusammenfassung	145
5.3	Methodenvergleich und Datenkonsistenz	148
5.3.1	Vergleich der verwendeten CRD-Systeme anhand des CH-Radikals	148
5.3.2	Vergleich der CRD- und PLIF-Methoden anhand des CH-Radikals	151
5.3.3	Vergleich mit massenspektrometrischen Daten	154
5.4	Der nicht-resonante Effekt	160
6	Systematische Flammenuntersuchungen	169
6.1	Temperaturbestimmungen	170
6.1.1	Temperaturprofile	170
6.1.2	Wärmeverluste	171
6.2	Systematische quantitative Brennstoffuntersuchungen	175
6.2.1	Das CH ₃ -Radikal	175
6.2.2	Das C ₂ -Molekül	178
6.2.3	Das CH-Radikal	180
6.3	Numerische Simulationen	183
6.3.1	Methanflammen	183
6.3.2	<i>cyclo</i> -Pentenflammen	187
6.3.3	Propenflammen	191

6.3.4	Erweiterung der Mechanismen	194
6.4	Diskussion der Radikalpool-Theorie	199
6.5	Neue Erkenntnisse in der Flammenchemie	201
7	Flammendiagnostik im mittleren IR-Bereich	203
7.1	Einleitung	204
7.1.1	Klassische bipolare Diodenlaser	204
7.1.2	Übersicht verfügbarer Diodenlasersysteme	205
7.1.3	Unipolare Quantenkaskadenlaser	207
7.1.4	Anwendung des Quantenkaskadenlasers	210
7.2	Experimenteller Aufbau	212
7.2.1	Das Lasersystem	213
7.2.2	Optischer Aufbau und Detektion	213
7.2.3	Die Herriott-Multirefleksionszelle	215
7.3	Datenanalyse und Kalibrationen	217
7.3.1	Kalibration der x-Achse - Wellenlängenkalibrierung	218
7.3.2	Kalibration der y-Achse - Intensitätskorrekturen	220
7.3.3	„Rapid-passage“-Effekt und Linienbreite	222
7.3.4	Untersuchungen mit der Herriott-Multipasszelle	225
7.4	Ergebnisse	225
7.4.1	Einfluss stabiler Spezies	226
7.4.2	Quantitative Analyse des Spektralbereichs von 1274 bis 1278 cm ⁻¹	227
7.4.2.1	Brennstoff: Methan	227
7.4.2.2	Brennstoff: Propen	234
7.4.2.3	Brennstoff: <i>cyclo</i> -Penten	236
7.4.2.4	Brennstoff: Ethanol	238
7.5	Ausblick	242
8	Zusammenfassung und Ausblick	245
A	Anhang	249
A.1	Resonatorspiegel	249
	Literaturverzeichnis	251
	Index	269
	Veröffentlichungen	271