

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	xv
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Stand der Forschung	2
1.3 Zielsetzung und Rahmenbedingungen der Arbeit	4
2 Grundlagen	5
2.1 Grundlagen der Funkenzündung	5
2.1.1 Aufbau Zündsystem	5
2.1.2 Strom-Spannungscharakteristik induktiver Zündsysteme	7
2.2 Physikalische Grundlagen der Funkenphasen	8
2.2.1 Durchbruch	8
2.2.2 Bogenentladung	10
2.2.3 Glimmentladung	11
2.3 Grundlagen der Spektroskopie	13
2.3.1 Aufbau Spektrometer	13
2.3.2 Bildfehler von Kamera und Spektrometer	15
2.4 Plasmaphysikalische Grundlagen	16
2.4.1 Relevante Stoßprozesse in Plasmen	16
2.4.2 Energiezustände und Strahlungsübergänge von Atomen und Molekülen	18
2.4.3 Temperaturen in Plasmen	19
2.4.4 Beschreibung von Molekülspektren am Beispiel des Stickstoffs	22
2.4.5 Verbreiterungsmechanismen von Spektrallinien	23
2.4.6 Kontinuumsstrahlung	25
2.5 Methoden der Plasmadiagnostik unter Anwendung optischer Emissionsspektroskopie	27
3 Versuchsaufbau und elektrische Auswertemethodik	29
3.1 Übersicht des Versuchsaufbaus	29
3.1.1 Versuchsanordnung zur Analyse des Funkenplasmas	29
3.1.2 Verwendete Zündsysteme	29
3.1.3 Elektrische Messtechnik	31
3.1.4 Spektroskopischer Versuchsaufbau	31
3.2 Methodik zur Auswertung der elektrisch zugeführten Energie	34
3.2.1 Berechnung der zugeführten Energie	34

3.2.2	Abgrenzung der Zeitintervalle der Funkenphasen	35
3.3	Spektroskopische Versuchsführung	36
3.3.1	Spektroskopische Berechnungsgrundlagen	36
3.3.2	Versuchsübersicht	37
4	Funkenspektren und Applikation der Berechnungsverfahren	39
4.1	Übliche Funkenspektren bei Umgebungsdruck	39
4.1.1	Spektrum des Durchbruchs	39
4.1.2	Spektrum der Bogenentladung	40
4.1.3	Spektrum der Glimmentladung	41
4.2	Veränderung der Spektren mit dem Druck	42
4.2.1	Durchbruch	42
4.2.2	Bogenentladung	43
4.2.3	Glimmentladung	44
4.3	Methodiken zur Temperatur- und Elektronendichtebestimmung mittels Emissionsspektroskopie	45
4.3.1	Bestimmung der Rotations- und Vibrationstemperatur	45
4.3.2	Bestimmung der Elektronentemperatur	46
4.3.3	Bestimmung der Anregungstemperatur durch Metalllinien	48
4.3.4	Bestimmung der Anregungstemperatur durch Stickstofflinien	49
4.3.5	Bestimmung der Elektronendichte	51
4.3.6	Anwendungsbereiche der verschiedenen Methoden und deren Grenzen	52
5	Ergebnisse und Diskussion	53
5.1	Räumlich aufgelöste Temperaturprofile bei Atmosphärendruck	53
5.1.1	Temperaturprofil des Durchbruchs	53
5.1.2	Temperaturprofil der Bogenentladung	54
5.1.3	Temperaturprofil der Glimmentladung	55
5.2	Einfluss des Drucks	56
5.2.1	Verteilung der elektrischen Energie	56
5.2.2	Durchbruch	58
5.2.3	Bogenentladung	59
5.2.4	Glimmentladung	62
5.3	Variation des Funkenstroms	64
5.3.1	Bogenentladung	64
5.3.2	Glimmentladung	66
5.4	Einfluss des Sauerstoffpartialdrucks	68
5.4.1	Verteilung der elektrischen Energie	68
5.4.2	Durchbruch	70
5.4.3	Bogenentladung	72
5.4.4	Glimmentladung	74

5.5	Einfluss der Luftfeuchte	77
5.5.1	Verteilung der elektrischen Energie	77
5.5.2	Durchbruch	78
5.5.3	Bogenentladung	81
5.5.4	Glimmentladung	82
5.6	Einfluss von Kapazitäten und Widerständen des Zündsystems	85
5.6.1	Verteilung der elektrischen Energie	85
5.6.2	Durchbruch	86
5.6.3	Bogenentladung	88
6	Charakteristische Eigenschaften der Funkenphasen und deren Einfluss auf die Entflammung	89
6.1	Charakteristische Eigenschaften der Funkenphasen	89
6.1.1	Übersicht der Einflüsse	89
6.1.2	Temperaturen	89
6.1.3	Elektronendichte	91
6.1.4	Produktion atomaren Sauerstoffs	93
6.1.5	Photoionisation und Photodissoziation	94
6.2	Einfluss auf die Entflammung	95
6.2.1	Durchbruch	95
6.2.2	Bogenentladung	95
6.2.3	Glimmentladung	96
7	Zusammenfassung und Ausblick	97
7.1	Zusammenfassung	97
7.2	Ausblick	99
	Abbildungsverzeichnis	101
	Tabellenverzeichnis	105
	Literaturverzeichnis	107
	Anhang	129