

# Inhaltsverzeichnis

<b>Nomenklatur</b>	<b>xv</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Stand der Forschung . . . . .	2
1.3 Zielsetzung und Rahmenbedingungen der Arbeit . . . . .	4
<b>2 Grundlagen</b>	<b>5</b>
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
<b>3 Versuchsaufbau und elektrische Auswertemethodik</b>	<b>29</b>
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
<b>4</b>	<b>Funkenspektren und Applikation der Berechnungsverfahren</b>	<b>39</b>
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 Emis- sionsspektroskopie . . . . .	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
<b>5</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>53</b>
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
<b>6</b>	<b>Charakteristische Eigenschaften der Funkenphasen und deren Einfluss auf die Entflammung</b>	<b>89</b>
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
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>97</b>
7.1	Zusammenfassung . . . . .	97
7.2	Ausblick . . . . .	99
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>101</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>105</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>107</b>
	<b>Anhang</b>	<b>129</b>