

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b>	<b>5</b>
<b>Symbole und Abkürzungen</b>	<b>11</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>14</b>
1.1 Historischer Überblick der CO <sub>2</sub> -Laserentwicklung . . . . .	14
1.2 Zielsetzung und Gliederung der Arbeit . . . . .	17
<b>2 Die HF-Gasentladung</b>	<b>19</b>
2.1 Allgemeine Charakteristiken . . . . .	19
2.2 Modell der HF-Entladung . . . . .	22
2.3 Einkopplung der HF-Leistung . . . . .	23
2.3.1 Dielektrische Elektroden . . . . .	24
2.3.2 Entladungsinstabilitäten . . . . .	26
<b>3 Anpassung des HF-Generators an die Entladung</b>	<b>29</b>
3.1 Der HF-Generator . . . . .	29
3.2 Kalibrierung der HF-Generatorleistung . . . . .	30
3.3 Das Anpaßnetzwerk . . . . .	30
3.4 Erstellen der elektrischen Schaltbilder . . . . .	31
3.4.1 Schaltbild des $\Pi$ -Anpaßnetzwerks . . . . .	32
3.4.2 Schaltbild des ungezündeten Lasers . . . . .	32
3.4.3 Schaltbild des gezündeten Lasers . . . . .	34
3.5 Vergleich der gemessenen und gerechneten Impedanzkurven . . . . .	35
3.6 HF-Verhalten von Anpaßnetzwerk und Laser . . . . .	35
3.7 Überblick der wichtigsten Ergebnisse . . . . .	38
<b>4 Messung des Plasmawiderstands</b>	<b>39</b>
4.1 Rechnerische Simulation der Impedanz im Anpaßfall . . . . .	40
4.2 Messung mit dem Leitungsreflektometer . . . . .	40
4.3 Strommessungen . . . . .	43
4.4 Strommessung bei segmentierten Elektroden . . . . .	46
4.5 Überblick der wichtigsten Ergebnisse . . . . .	51

<b>5</b>	<b>Optimierungsparameter</b>	<b>53</b>
5.1	Geometrische Parameter . . . . .	53
5.1.1	Rohrgeometrie . . . . .	53
5.1.2	Elektrodengeometrie . . . . .	54
5.2	Entladungsphysikalische Parameter . . . . .	54
5.3	Ermittlung elektrophysikalischer Größen aus Impedanz und HF-Leistung . . . . .	55
5.4	Fluidmechanische Parameter . . . . .	56
5.5	Messung von Temperatur, Druck und Strömungsgeschwindigkeit . . . . .	58
<b>6</b>	<b>Untersuchung der Entladungshomogenität</b>	<b>61</b>
6.1	Experimenteller Aufbau . . . . .	61
6.2	Versuchsparameter . . . . .	64
6.3	Die Rohrlänge und die HF-Zuführung . . . . .	64
6.4	Kurzes Rohr mit asymmetrischer HF-Zuführung . . . . .	65
6.5	Kurzes Rohr mit Symmetrisierspule . . . . .	65
6.6	Visuelle Untersuchung der Stabilitätsgrenzen . . . . .	68
6.6.1	Vorbetrachtung . . . . .	68
6.6.2	Phänomenologie der Entladungsformen . . . . .	69
6.6.3	Einflußgrößen der Filamentbildung . . . . .	71
6.7	Skalierung der Gasentladung mittels Impedanzmessungen . . . . .	82
6.8	Ergebnisse der Messungen . . . . .	82
6.9	Überblick der wichtigsten Ergebnisse . . . . .	84
<b>7</b>	<b>Interferometrische Untersuchungen</b>	<b>86</b>
7.1	Vorbetrachtungen zur optischen Deformation . . . . .	87
7.2	Versuchsparameter . . . . .	88
7.3	Meßaufbau und Meßprinzip . . . . .	89
7.4	Meßergebnisse . . . . .	90
7.4.1	Helixförmige Elektroden . . . . .	91
7.4.2	Lineare Elektroden . . . . .	92
7.4.3	Vergleich helixförmiger und linearer Elektroden . . . . .	94
7.5	Überblick der wichtigsten Ergebnisse . . . . .	94

<b>8 Messung der Kleinsignalverstärkung</b>	<b>98</b>
8.1 Die Kleinsignalverstärkung . . . . .	98
8.2 Interpretation der Meßergebnisse . . . . .	99
8.3 Meßaufbau und Versuchsdurchführung . . . . .	99
8.4 Entladungsrohre mit kreisförmigem Querschnitt . . . . .	100
8.4.1 Vergleich des Fluoreszenzleuchtens und der $g_0$ -Profile . . . . .	100
8.4.2 Integrale Messungen . . . . .	103
8.5 Entladungsrohre mit rechteckförmigem Querschnitt . . . . .	105
8.5.1 Profile . . . . .	105
8.5.2 Elektrophysikalische Deutung der Druckabhängigkeit . . . . .	110
8.6 Überblick der wichtigsten Ergebnisse . . . . .	113
<b>9 Messung der Großsignalverstärkung</b>	<b>114</b>
9.1 Meßprinzipien . . . . .	114
9.1.1 Die Verstärkermethode . . . . .	114
9.1.2 Die Resonatormethode . . . . .	116
9.2 Meßaufbau der Verstärkermethode . . . . .	117
9.3 Meßergebnisse der Verstärkermethode . . . . .	118
9.3.1 Einfluß der Strömungsgeschwindigkeit . . . . .	119
9.3.2 Einfluß des Gasdrucks . . . . .	120
9.3.3 Einfluß der HF-Leistung . . . . .	126
9.4 Überprüfung der Meßergebnisse mit Hilfe der Resonatormethode . . . . .	129
9.5 Überblick der wichtigsten Ergebnisse . . . . .	130
<b>10 Zusammenfassung</b>	<b>132</b>
<b>Anhang</b>	<b>144</b>
<b>A HF-Entladung</b>	<b>144</b>
A.1 Lösung der Bewegungsgleichung des Elektrons . . . . .	144
A.2 Symmetrierung der Elektrodenspannung . . . . .	145
<b>B Gasgemische</b>	<b>146</b>
B.1 Kenngrößen für Gemische idealer Gase . . . . .	146

<b>C</b>	<b>Linienbreiten</b>	<b>147</b>
C.1	Berechnung der Druckverbreiterung . . . . .	147
C.2	Berechnung der Dopplerverbreiterung . . . . .	147
<b>D</b>	<b>Verstärkermethode</b>	<b>148</b>
D.1	Berücksichtigung der Leistungsdichteverteilung . . . . .	148
	<b>Worte des Dankes</b>	<b>150</b>