

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung, Motivation und Zielsetzung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>8</b>
2.1 Plasma – der vierte Aggregatzustand der Materie.....	8
2.1.1 Was ist ein Plasma? .....	8
2.1.2 Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtsplasmen .....	8
2.1.3 Strom-Spannungs-Charakteristik von Gleichstromentladungen.....	10
2.1.4 Zündbedingung, PASCHEN-Gesetz und Ähnlichkeitsbeziehungen .....	12
2.1.5 Hochfrequenzentladungen.....	16
2.1.6 Niedertemperaturplasmen bei Atmosphärendruck – ein Überblick.....	20
2.1.6.1 Barrierentladungen .....	20
2.1.6.2 Koronaentladungen .....	23
2.1.6.3 Neue Plasmaquellen .....	24
2.2 Mikroelektroden .....	25
2.2.1 Skalierung des Elektrodenabstandes .....	25
2.2.2 Mikroelektroden in der Plasmatechnik und in anderen Anwendungen .....	27
<b>3 Experimentelle Realisation und Analytik.....</b>	<b>29</b>
3.1 Konzept.....	29
3.2 Experimentalreaktor und Gasmanagement.....	30
3.2.1 Experimentalreaktor und Haltevorrichtungen für MEA .....	30
3.2.2 Gase und Gasmanagement .....	35
3.3 Spannungsversorgungen.....	38
3.3.1 Gleichspannung.....	38
3.3.2 Hochfrequente Wechselspannung (13,56 MHz) .....	39
3.4 Laserinduzierte Fluoreszenzspektroskopie (LIF).....	41
3.4.1 Grundlagen der Temperaturbestimmung.....	41
3.4.2 Experimenteller Aufbau .....	43
3.5 Optische Emissionsspektroskopie (OES).....	46
3.6 Quadrupolmassenspektrometrie (QMS).....	48

<b>4 Mikroelektroden-Arrays als Plasmaquelle .....</b>	<b>51</b>
4.1 Geometrie und Design.....	51
4.1.1 DC-Betrieb .....	52
4.1.2 HF-Betrieb (13,56 MHz).....	55
4.2 Materialien und Fertigungstechniken .....	56
4.2.1 Elektrodenmetalle.....	56
4.2.2 Trägermaterialien .....	58
4.2.3 Hersteller und Fertigungstechniken .....	58
4.3 Geometrie- und Materialdaten.....	62
4.3.1 Typ L-MZD (50 mm × 50 mm) – Photronics MZD GmbH.....	62
4.3.2 Typ L-RH (50 mm × 50 mm) – Radeberger Hybridelektronik GmbH .....	63
4.3.3 Typ M-RBO (30 mm × 30 mm) – Robert Bosch GmbH.....	65
4.3.4 Typ S-RBO (10 mm × 10 mm) – Robert Bosch GmbH.....	66
4.3.5 Typ M-IMT (36 mm × 36 mm) und S-IMT (15 mm × 15 mm) – Institut für Mikrotechnik der TU Braunschweig.....	69
<b>5 Ergebnisse .....</b>	<b>72</b>
5.1 MEA im DC-Betrieb .....	72
5.1.1 Typ L-MZD (50 mm × 50 mm) – Photronics MZD GmbH.....	72
5.1.1.1 Arbeitsdruckbereich und optisches Erscheinungsbild der Entladung.....	72
5.1.1.2 Elektrische Betriebsparameter und Strom-Spannungs-Charakteristik.....	73
5.1.1.3 Bestimmung der Neutralgastemperatur mittels LIF.....	74
5.1.1.4 Lichtmikroskopaufnahmen nach Plasmabetrieb .....	78
5.1.2 Typ L-RH (50 mm × 50 mm) – Radeberger Hybridelektronik GmbH .....	80
5.1.3 Typ M-RBO (30 mm × 30 mm) – Robert Bosch GmbH.....	81
5.1.4 Typ S-RBO (10 mm × 10 mm) – Robert Bosch GmbH.....	85
5.1.4.1 Arbeitsdruckbereich .....	85
5.1.4.2 Elektrische Betriebsparameter und Strom-Spannungs-Charakteristik.....	92
5.2 MEA im HF-Betrieb: Typ M-IMT (36 mm × 36 mm) und S-IMT (15 mm × 15 mm) – Institut für Mikrotechnik der TU Braunschweig .....	97
5.2.1 Arbeitsdruckbereich und optisches Erscheinungsbild der Entladung.....	97
5.2.2 Plasmadiagnostik mittels QMS und OES.....	104

---

5.2.2.1 Stickoxide (NO <sub>x</sub> ).....	104
5.2.2.2 Tetrafluormethan (CF <sub>4</sub> ).....	114
<b>6 Diskussion .....</b>	<b>118</b>
6.1 MEA im DC-Betrieb .....	118
6.2 MEA im HF-Betrieb.....	133
6.3 Anwendungspotenzial von MEA .....	146
<b>7 Zusammenfassung.....</b>	<b>153</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>159</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>165</b>
A.1 Liste der verwendeten Abkürzungen.....	165
A.2 Abbildungsverzeichnis .....	166
A.3 Tabellenverzeichnis .....	170