



Stephan Reichel (Autor)

# Experimentelle Untersuchung und numerische Modellierung transsonischer Plasmaströmungen unter Vakuumumgebung



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6905>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Wissenschaftliches Vorgehen und Zielsetzung</b>	<b>11</b>
1.1	Einleitung und Motivation	11
1.2	Zielsetzung und Vorgehen	12
<b>2</b>	<b>Transport kompressibler Medien</b>	<b>15</b>
2.1	Raketengleichung von Ziolkowskij	15
2.2	Effizienzvergleich von Triebwerkstypen	19
2.3	Bisherige Arbeiten	20
2.4	Klassifikation von Transportgleichungen	25
2.5	Massenerhaltung	30
2.6	Die Navier-Stokes-Gleichungen für den kompressiblen Fall	31
2.7	Erhaltung der Energie	37
<b>3</b>	<b>Einführung in die numerischen Methoden</b>	<b>43</b>
3.1	Diskretisierung einer Transportgleichung	43
3.2	Druckkorrekturverfahren	49
3.3	Courant Zeitschrittanpassung	51
3.4	Adaptive Gitteranpassung	55
3.5	Test der Gitteranpassung an einer Referenzrechnung	56



## INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>4</b>	<b>Numerische Modellierung einer transsonischen Strömung</b>	<b>61</b>
4.1	Vergleich der Numerik mit dem Experiment . . . . .	61
4.2	Zusammenfassung . . . . .	73
<b>5</b>	<b>Physikalische Grundlagen von Plasmen</b>	<b>75</b>
5.1	Kategorisierung von Plasmen . . . . .	75
5.2	Energieinhalt eines Plasmas . . . . .	79
5.3	Physikalische Eigenschaften von Plasmen . . . . .	79
5.4	Kontinuumsmodell . . . . .	81
5.5	Numerische Modellierung . . . . .	82
<b>6</b>	<b>Vakuumtechnik und Versuchsaufbauten</b>	<b>87</b>
6.1	Versuchsaufbau Ringspaltmessung . . . . .	87
6.2	Versuchsaufbau INGA I . . . . .	94
6.3	Versuchsaufbau INGA II . . . . .	101
<b>7</b>	<b>Numerische Modellierung des Lichtbogentriebwerks</b>	<b>113</b>
7.1	Kaltgassimulation eines Ringspalts . . . . .	113
7.2	Kaltgassimulation Düse . . . . .	120
7.3	Einfluss der Temperatur auf den Brennkammerdruck . . . . .	121
7.4	Numerische Simulation des Lichtbogentriebwerks . . . . .	124
7.5	Traversierung der Kathode . . . . .	127
7.6	Vorteil der elektrischen Entladung . . . . .	130
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>135</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>151</b>
9.1	Quellcode Numerische Modellierung . . . . .	151



## INHALTSVERZEICHNIS

---

9.2 Versuchsaufbau INGA I . . . . .	157
9.3 Versuchsaufbau INGA II . . . . .	162