

# **Strömungsentwicklung längs der Peripherie eines Seitenkanalverdichters**

von Diplom-Ingenieur  
Christoph HEILMANN  
aus Berlin

von der Fakultät V - Verkehrs- und Maschinensysteme  
der Technischen Universität Berlin  
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften  
- Dr.-Ing. -  
genehmigte Dissertation

Promotionsausschuß:

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. H. PUCHER

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. P. U. THAMSEN

Gutachter: Prof. em. Dr.-Ing. H. E. SIEKMANN

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 12. Juli 2005

Berlin 2005

D 83

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1	Problemstellung	3
1.2	Ziel der Arbeit	5
<b>2</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>7</b>
2.1	Seitenkanalverdichter	7
2.1.1	Grundlagen	7
2.1.2	Theorien zur Energieübertragung	10
2.2	Particle-Image Velocimetry	14
2.2.1	Grundlagen	14
2.2.2	Anwendung laseroptischer Geschwindigkeitsmeßverfahren auf Seitenkanalverdichter	21
<b>3</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen</b>	<b>24</b>
3.1	Seitenkanalverdichter	24
3.2	Konzipieren, Entwerfen und Fertigen der optischen Zugänge	25
3.2.1	Anforderungen	25
3.2.2	Werkstoffauswahl	25
3.2.3	Varianten der optischen Zugänge	28
3.2.4	Auswahl der geeigneten Variante	30
3.3	Versuchseinrichtung	30
3.3.1	Aufbau	30
3.3.2	Meßtechnik zur Ermittlung des Betriebspunkts	31
3.3.3	Meßtechnik zur Ermittlung von Geschwindigkeitsfeldern	32
3.4	Versuchsdurchführung	37
3.4.1	Betriebspunkte	37
3.4.2	Wandanstrichbilder	39
3.4.3	Meßebenen, Umfangswinkel und Koordinatensysteme	40
3.4.4	Geschwindigkeitsmessung	40
3.4.5	Auswertung	41

3.4.6	Strömungsgrößen aus PIV-Messungen	44
3.5	Experimentelle Ergebnisse	48
3.5.1	Wandanstrichbilder	48
3.5.2	Geschwindigkeitsfelder aus der Particle-Image Velocimetry	50
3.5.3	Standardabweichung und Turbulenzgrad	63
3.5.4	Spezifische Energie und Leistung sowie mittlerer Strömungswinkel	68
3.5.5	Schubspannungen	77
3.6	Experimentelle Untersuchungen an modifizierter Geometrie	80
<b>4</b>	<b>Kritische Betrachtung der Ergebnisse</b>	<b>81</b>
4.1	Auflösungsvermögen der Geschwindigkeitsmessung	81
4.2	Kritischer Vergleich mit Geschwindigkeitsmessungen am baugleichen Seitenkanalverdichter	84
4.3	Strömungsgrößen und Kennzahlen im Vergleich	85
<b>5</b>	<b>Schlußfolgerungen und Ausblick</b>	<b>87</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>93</b>
<b>7</b>	<b>Nomenklatur</b>	<b>95</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b>	<b>102</b>
<b>9</b>	<b>Bildteil</b>	<b>112</b>