

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Signalentstehung mehrdimensionaler Ortsfilterkonzepte	5
2.1 Das Ortsfiltermessprinzip	5
2.2 Realisierungen in der optischen ortsfILTERbasierten Velocimetrie	6
2.3 Signalentstehung bei Ortsfiltermesssystemen (1C)	10
2.4 Verwendung strukturierter Array-Detektoren zur 2C Messung	20
2.5 Einfluss der Pixelapertur eines Sensorchips	28
3 Verfahren zur Schätzung der Signalfrequenz	33
3.1 Auswerteverfahren	33
3.1.1 Nulldurchgangsdetektion (Periodendauermessung)	33
3.1.2 Leistungsdichtespektrum	35
3.1.3 Drehzeigerverfahren	37
3.1.4 Autokorrelation / Autokorrelationsphase	39
3.2 Vergleich der Verfahren anhand von Testsignalen	41
3.2.1 Die Cramér-Rao Schranke (Cramér-Rao Lower Bound)	43
3.2.2 Verwendung eines harmonischen Modellsignals	45
3.2.3 Überlagerung zweier Modellsignale für gezielte Phasensprünge	47
3.2.4 Vergleich der ermittelten Erwartungswerte	49
3.2.5 Diskussion zur Erstellung eines verbesserten Modellsignals	51
3.2.6 Vergleich anhand realer Signale	56
4 Mehrdimensionale ortsfILTERbasierte Konzepte	59
4.1 Betrachtungen zu mehrdimensionalen Aufnahmemethoden	59
4.2 Vorverarbeitungen für mögliche echtzeitfähige Messsysteme	60
4.3 DSP basiertes Messsystem zur zweikomponentigen Messung	63
4.3.1 Skalierbarkeit des Messsystems	67
4.3.2 Messergebnisse zur Charakterisierung des Messsystems	68
4.4 Ortsfilter basierte Offlineauswertung zur Particle Image Velocimetry	75
4.4.1 Messung von Blasen eines Ausströmers	76
4.4.2 Messung an einem Kavitationskanal	81
4.5 Sensor-Array zur 2D/2C Messung	82
4.5.1 Testmessungen mit dem Sensor-Array	84
4.5.2 Messung der Strömung aufsteigender Blasen	86
4.6 Spiegel-Array zur Signalbildung im optischen Pfad	86

5 Zusammenfassung und Ausblick	91
5.1 Ergebnisse der Arbeit	91
5.2 Ausblick zu ortsfILTERbasierten Konzepten	93
Literaturverzeichnis.....	95
Anhang A: Weiterführende mathematische Zusammenhänge	105
A.1 Berechnung des Vergrößerungsmaßstabes.....	105
A.2 Vergleich der Überlagerung mit der Kreuzkorrelation	106
A.3 Vergleich der Ortsfilterbeschreibung mittels Faltung und Kreuzkorrelation..	106
A.4 Korrektur der Signale aus nicht-Phasen-orthogonalen Gitterfunktionen	108
A.5 Shift-Korrektur bei sequenziell ausgelesenen Array-Sensoren	109
Anhang B: Beschreibung zu entwickelten Analyseprogrammen	111
B.1 Programm zur Signalanalyse.....	111
B.2 Programmmodul der Auswerteverfahren	114
B.3 Programm zur Erstellung von Modellsignalen	119
Anhang C: Daten und Angaben zur Messwertgewinnung mit dem DSP basierten 2C Messsystem.....	121
C.1 Daten des Sensors S9132.....	121
C.2 Daten und Angaben zum DSP-Board TMDSDSK6455.....	122
C.3 Abbildungen zur Hardware des DSP basierten 2C Messsystems.....	123
C.4 Benutzeroberfläche zur Kommunikation mit dem DSP basierten 2C- Geschwindigkeitsmesssystem	124
C.5 Riemenaufbau zur Erzeugung einer längenreferenzierten Strukturbewegung.....	129
C.5.1 Genauigkeit der Referenz anhand des Streifenmusters	129
C.5.2 Erreichbare Genauigkeit des Messsystems anhand der Korrelation der beobachteten Oberflächenstruktur	131
C.5.3 Programm zur Untersuchung der erreichbaren Genauigkeit	132
C.6 Testsignal für theoretische Betrachtungen.....	133
Anhang D: Daten und Angaben zum Sensor-Array.....	137
D.1 Daten und Angaben zu FPGA-Board (USB-FPGA Module 1.11c)	137
D.2 Weitere Abbildungen des Sensor-Arrays.....	138