

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Fertigungsmesstechnik (FMT)	5
2.1	Aufgaben und Bereiche der FMT	5
2.2	Lösungsansätze der FMT	6
2.2.1	taktile Messverfahren	6
2.2.2	optische Messverfahren	7
2.2.3	pneumatische Messverfahren	8
2.3	Pneumatische Längenmessung in der FMT	9
3	Störungsmechanik	13
3.1	Massenerhaltung	14
3.2	Impulserhaltung	15
3.3	Energieerhaltung	20
3.4	Gasdynamik	25
3.4.1	Massenerhaltung	26
3.4.2	Impulserhaltung	27
3.4.3	Energieerhaltung	27
3.4.4	Arbeitsgleichung	29
4	Pneumatische Kennlinie	35
4.1	Messprinzipien	35
4.2	Druckmessverfahren	37
4.3	Düsenkombination	41
5	Messeinrichtung	45
6	Laterale Auflösung	49
6.1	Modellierung des engsten Querschnitts	49
6.2	Prototyp eines Formnormals	56
6.3	Einfluss von Verkippung	60
6.4	Einfluss von Rauheit	65
7	Dynamisches Verhalten	69
7.1	Modellierung der Messkammer	70
7.2	Experimentelle Sprungantworten	73
7.3	Experimentelle Amplitudengänge	77

7.4 Totzeit und Reibung	83
8 Vordüsen	87
8.1 Theoretische Untersuchung	89
8.1.1 Grobe Randbedingungen	90
8.1.2 Variante 1	91
8.1.3 Variante 2	95
8.2 Experimentelle Untersuchung	98
9 Messunsicherheit	105
9.1 Einflussgrößen	105
9.1.1 Temperatur	106
9.1.2 Druck	107
9.1.3 Rauschen	107
9.1.4 Digitalisierung	108
9.1.5 Verkipfung	110
9.1.6 Rauheit	110
9.1.7 Kennlinienverlauf	110
9.1.8 Messkraft	111
9.2 Unsicherheitsbilanz	112
10 Pneumatic Designer	117
10.1 Scenario Designer	118
10.2 Sensordesigner Assistant	120
10.3 Visualisation of Concept	123
10.4 Scanning Simulator	124
11 Zusammenfassung und Ausblick	127
A TPE200 mit Analogausgängen	129
B laterale Filterwirkung am Normal	133
C Simulationsparameter der Vordüsenstudie	134
D Sensor Visualisation Windows	135
Literaturverzeichnis	138