

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen</b>	<b>7</b>
2.1 Lichtführung in Monomode-Glasfasern . . . . .	7
2.1.1 Aufbau einer Monomode-Glasfaser . . . . .	7
2.1.2 Jones-Formalismus . . . . .	9
2.1.3 Transmissionseigenschaften von Glasfasern . . . . .	12
2.2 Faser-Bragg-Gitter (FBG) . . . . .	15
2.2.1 Faser-Bragg-Gitter . . . . .	16
2.2.2 Mechanische Lasten an Faser-Bragg-Gittern . . . . .	18
2.2.3 Faser-Bragg-Gitter als Sensoren . . . . .	20
2.2.4 Herstellung . . . . .	21
2.3 Faser-Bragg-Gitter als Sensoren für die Erfassung dynamischer Vorgänge . . . . .	22
2.4 Messsysteme . . . . .	25
2.5 Integriert optische Filterelemente . . . . .	28
<b>3 Spektrometer und Laser für FBG-Messsysteme</b>	<b>33</b>
3.1 Übertragungsverhalten von Spektrometern . . . . .	33
3.1.1 Übertragungsfunktion des idealisierten Systems . . . . .	33
3.1.2 Dynamisches Verhalten ausgewählter Algorithmen . . . . .	34
3.1.3 Untersuchungen zum nichtlinearen Verhalten mittels Klirranalyse . . . . .	39
3.1.4 Interpretation der Ergebnisse für Schwerpunktsalgorithmen im Rahmen der statistischen Quantisierungstheorie . . . . .	44
3.2 Detektion von Aliasing bei der Messwerterfassung mittels Spektrometern . . . . .	51
3.2.1 Methode . . . . .	52
3.2.2 Signalentstehung und Signalerfassung . . . . .	53
3.2.3 Darstellung im Signalfrequenzbereich . . . . .	54
3.2.4 Zeitliche Darstellung im Wellenlängenbereich . . . . .	57
3.2.5 Numerische Simulation und experimentelle Verifikation . . . . .	59
3.3 Optisches Tiefpassfilter für Spektrometer . . . . .	65

## Inhaltsverzeichnis

3.3.1	Abschätzung der Übertragungsfunktion ohne Berücksichtigung der zeitdiskreten Signalabtastung . . . . .	68
3.3.2	Gesamtübertragungsfunktion des Systems . . . . .	70
3.3.3	Numerische Validierung . . . . .	72
3.4	Verstimmbare Laser und Messsysteme auf Basis verstimmbarer Filter	74
3.4.1	Dynamisches Verhalten . . . . .	74
3.4.2	Übertragungsfunktion . . . . .	77
<b>4</b>	<b>Ratiometrische Messverfahren und Grenzen</b>	<b>79</b>
4.1	Funktionsprinzip . . . . .	79
4.2	Beispielssystem . . . . .	83
4.3	Systematische Messabweichungen . . . . .	84
4.3.1	Einfluss des Polarsationszustands . . . . .	85
4.3.2	Einfluss von Hintergrundlicht . . . . .	93
4.3.3	Messabweichung bedingt durch die Breite des Faser-Bragg-Gitters . . . . .	100
4.4	Statistische Messunsicherheiten . . . . .	103
4.5	Multiplex-Ansätze – gleichzeitige Erfassung mehrerer FBG-Signale . . . . .	107
4.5.1	Darstellung der Kombination Filter / Multiplexer . . . . .	109
4.5.2	AWG-basiertes Faser-Bragg-Gitter-Messsystem . . . . .	111
4.6	Designparameter eines FBG-Messsystems auf Basis eines Arrayed Waveguide Gratings . . . . .	114
<b>5</b>	<b>Dynamisches FBG-Messsystem: Anwendungen und Messergebnisse</b>	<b>119</b>
5.1	Projektbeschreibung . . . . .	119
5.1.1	Motivation . . . . .	119
5.1.2	Technische Anforderungen an ein faseroptisches Messsystem	121
5.2	Messgerät design . . . . .	122
5.2.1	Komponentenauslegung . . . . .	123
5.3	Systemaufbau . . . . .	124
5.3.1	Optoelektronischer Aufbau . . . . .	124
5.3.2	Elektronik . . . . .	125
5.3.3	Datenverarbeitung . . . . .	126
5.4	Systemcharakterisierung . . . . .	127
5.4.1	Messaufbau . . . . .	127
5.4.2	Spektrale Charakteristik . . . . .	127
5.4.3	Auswertefunktion . . . . .	129
5.4.4	Polarisationsabhängige Empfindlichkeit . . . . .	129
5.4.5	Temperaturstabilisierung . . . . .	131
5.4.6	Signalauswertung . . . . .	132

5.5	Systemfunktion	134
5.5.1	Statische Systemantwort	134
5.5.2	Polarisationsabhängige Systemantwort	136
5.5.3	Dynamisches Systemverhalten	136
5.5.4	Messkampagne	138
5.5.5	Testergebnisse	139
6	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>143</b>
6.1	Zusammenfassung	143
6.2	Ausblick	145
<b>A</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>147</b>
A.1	Verwendete Literatur	147
A.2	Publikationen, Vorträge und Patentanmeldungen	162
A.2.1	Eigene Veröffentlichungen und Beiträge	162
A.2.2	Vorträge (ohne Publikation)	165
A.2.3	Patentanmeldungen	166