

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	7
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
3	Spektrometer und Laser für FBG-Messsysteme	33
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

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
4	Ratiometrische Messverfahren und Grenzen	79
4.1	Funktionsprinzip	79
4.2	Beispielsystem	83
4.3	Systematische Messabweichungen	84
4.3.1	Einfluss des Polarisationszustands	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
5	Dynamisches FBG-Messsystem: Anwendungen und Messergebnisse	119
5.1	Projektbeschreibung	119
5.1.1	Motivation	119
5.1.2	Technische Anforderungen an ein faseroptisches Messsystem	121
5.2	Messgerätdesign	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	Zusammenfassung und Ausblick	143
6.1	Zusammenfassung	143
6.2	Ausblick	145
A	Literaturverzeichnis	147
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