

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Wissenschaftliches Umfeld	1
1.2 Aufgabenstellung	3
1.3 Aufbau der Arbeit und Begriffsklärung	3
2 Grundlagen	7
2.1 Faseroptische Wellenleiter	7
2.1.1 Transmission und Reflexion an Grenzflächen	7
2.1.2 Lichtleitung	10
2.1.3 Aufbau von Lichtwellenleitern	13
2.1.4 Dämpfungsphänomene	14
2.2 Faser-Bragg-Gitter	25
2.2.1 Reflektivität	27
2.2.2 Dehnungsempfindlichkeit	28
2.2.3 Temperaturempfindlichkeit	29
2.2.4 Verhalten unter Querbelastung	30
2.3 Optische Zeitbereichsreflektometrie	33
2.3.1 Aufbau	33
2.3.2 Funktionsweise	34
2.3.3 Totzonen	37
3 Messobjekt	41
3.1 Tagebau in Deutschland	41
3.1.1 Vorkommen und umweltpolitische Aspekte des Braunkohletagebaus	42
3.1.2 Umgebungsbedingungen des Braunkohletagebaus	45
3.1.3 Tage- und Erdbaumaschinen	48
3.2 Stromversorgungskabel des Tagebaus	55
3.2.1 Leiter	55
3.2.2 Isolator und Abschirmung	58
3.2.3 Mantel	59
3.2.4 Kabelgeflecht	59

Inhaltsverzeichnis

3.3	Untersuchtes Stromversorgungskabel	62
3.4	Stand der Technik	65
3.4.1	Elektrische Schadensdetektionssysteme für Kabel	65
3.4.2	Faseroptische Schadensdetektionssysteme für Kabel	67
4	Experimentelle Anordnungen	73
4.1	Simulation von Kabelbeschädigungen	73
4.2	Geflechtsintegration von faseroptischer Sensorik	80
4.3	Schadensdetektion mittels faseroptischer Reflektoren	83
4.3.1	Herstellung der Sensoren	84
4.3.2	Kalibrierung und Evaluierung der Sensoren	88
4.3.3	Anordnung der Sensoren zur Schadensdetektion	91
4.4	Schadensdetektion mittels Faser-Bragg-Gitter	94
4.4.1	Herstellung der Sensoren	94
4.4.2	Evaluierung der Sensoren	96
4.4.3	Anordnung der Sensoren zur Schadensdetektion	97
4.5	Schadensdetektion mittels optischer Zeitbereichsreflektometrie	99
4.5.1	Dämpfungseinfluss der Faserondulation	100
4.5.2	Anordnung der Sensoren zur Schadensdetektion	103
4.5.3	Anordnung der Sensoren zur Evaluierung von Kabeldeformationen	105
4.5.4	Auswertung der Sensorsignale	109
5	Messergebnisse und Diskussion	113
5.1	Schadensdetektion mittels faseroptischer Reflektoren	113
5.1.1	Ergebnisse der Sensorkalibrierung und -evaluierung	113
5.1.2	Ergebnisse der Sensoren zur Schadensdetektion	120
5.2	Schadensdetektion mittels Faser-Bragg-Gitter	123
5.2.1	Ergebnisse der Sensorevaluierung	124
5.2.2	Ergebnisse der Sensoren zur Schadensdetektion	127
5.3	Schadensdetektion mittels optischer Zeitbereichsreflektometrie	133
5.3.1	Ergebnisse der Faserondulation	133
5.3.2	Ergebnisse der Sensoren zur Schadensdetektion	135
5.3.3	Ergebnisse der Evaluierung von Kabeldeformationen	138
5.4	Vergleich der Messverfahren	145
5.5	Auswirkung auf die Stromversorgung im Tagebau	148
6	Zusammenfassung und Ausblick	161
Literaturverzeichnis		164

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	186
Danksagung	189