

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Einführung in die Thematik	1
1.2	Stand des Wissens	6
1.3	Forschungsfragen	13
1.4	Ziel und Vorgehensweise	15
2	Zerstörungsfreies Monitoring des Vernetzungsprozesses.....	19
2.1	Struktur von Polyethylen.....	19
2.2	Vernetzungsprozess von Polyethylen.....	20
2.3	Akustische Grundlagen	25
2.4	Ultraschallerzeugung	29
2.5	Ultraschallmessverfahren	32
2.6	Signaltheoretische Grundlagen	35
3	Ultraschalldiagnostik zur Bestimmung des Vernetzungsgrades	41
3.1	Festlegung der Prüflingsparameter.....	41
3.1.1	Prüflingsherstellung.....	42
3.2	Messtechnik und Prüfaufbauten	50
3.2.1	Ultraschallmessung.....	50
3.2.2	Temperaturmessung.....	51
3.2.3	Dichtemessung	51
3.3	Messung der akustischen Materialparameter	52
3.4	Ergebnisse der Materialuntersuchungen	53
3.4.1	Einfluss verschiedener Methoden zur Laufzeitbestimmung auf die Berechnung der Schallgeschwindigkeit.....	54
3.4.2	Ergebnisse der Schallgeschwindigkeitsmessung	56
3.4.3	Ergebnisse der Dichtemessung.....	60
3.4.4	Ergebnisse der Dämpfungsbestimmung	63
3.5	Diskussion der Ergebnisse	64
3.5.1	Diskussion der Schallkennimpedanzmessung	64
3.5.2	Diskussion der Schallgeschwindigkeitsmessung	65
3.5.3	Diskussion der Dämpfungsbestimmung	66
3.5.4	Messbarkeit eines Vernetzungsprofils	68

4	Multivariate Klassifikation von Ultraschallmessdaten	73
4.1	Datenbasis und Merkmalsumfang	74
4.2	Merkmalsselektion	76
4.3	Klassifikationsmodelle und Ergebnisse	78
4.3.1	<i>k</i> -Nächste-Nachbarn Klassifikation	79
4.3.2	Entscheidungsbaum	81
4.3.3	Subspace <i>k</i> -Nächste-Nachbarn Klassifikation	83
4.3.4	Ensemble von Entscheidungsbäumen (Bagged Trees)	84
4.3.5	Künstliche Neuronale Netze	85
4.4	Sensitivitätsanalyse	89
5	Vernetzungsmonitoring in der Energiekabelproduktion	95
5.1	Nachbildung der Produktionsbedingungen	95
5.1.1	Modellkabelprüfling	96
5.1.2	Prüfaufbau	98
5.1.3	Online-Bestimmung der akustischen Materialparameter	99
5.2	Ergebnisse der Messung an einer Modellkabelader	100
5.3	Univariates Monitoringverfahren	103
5.4	Multivariates Monitoring mittels Subspace <i>k</i> -Nächster-Nachbarn	105
5.5	Validierung der Verfahren	108
6	Zusammenfassung und Ausblick	115
6.1	Zusammenfassung	115
6.2	Ausblick	117
7	Quellenverzeichnis	119
Anhang A	132	
Abkürzungen und Formelzeichen	133	
Abkürzungen	133	
Formelzeichen	134	