

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Einführung in die Thematik .....	1
1.2 Stand des Wissens .....	6
1.3 Forschungsfragen .....	13
1.4 Ziel und Vorgehensweise .....	15
<b>2 Zerstörungsfreies Monitoring des Vernetzungsprozesses.....</b>	<b>19</b>
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
<b>3 Ultraschalldiagnostik zur Bestimmung des Vernetzungsgrades .....</b>	<b>41</b>
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

<b>4 Multivariate Klassifikation von Ultraschallmessdaten .....</b>	<b>73</b>
4.1    Datenbasis und Merkmalsumfang .....	74
4.2    Merkmalselektion .....	76
4.3    Klassifikationsmodelle und Ergebnisse .....	78
4.3.1 $k$ -Nächste-Nachbarn Klassifikation .....	79
4.3.2    Entscheidungsbaum .....	81
4.3.3    Subspace $k$ -Nächste-Nachbarn Klassifikation .....	83
4.3.4    Ensemble von Entscheidungsbäumen (Bagged Trees) .....	84
4.3.5    Künstliche Neuronale Netze .....	85
4.4    Sensitivitätsanalyse .....	89
<b>5 Vernetzungsmonitoring in der Energiekabelproduktion.....</b>	<b>95</b>
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 $k$ -Nächster-Nachbarn .....	105
5.5    Validierung der Verfahren .....	108
<b>6 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>115</b>
6.1    Zusammenfassung.....	115
6.2    Ausblick .....	117
<b>7 Quellenverzeichnis.....</b>	<b>119</b>
<b>Anhang A .....</b>	<b>132</b>
<b>Abkürzungen und Formelzeichen .....</b>	<b>133</b>
Abkürzungen .....	133
Formelzeichen .....	134