

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung und Motivation</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen zu Gasspeichern</b>	<b>9</b>
2.1 Die Steifigkeit als charakteristische Größe zyklisch belasteter Gasspeicher . . . . .	10
2.2 0D-Modell zyklisch belasteter Gasspeicher . . . . .	12
2.3 Modelle der Nußelt-Zahl . . . . .	16
<b>3 Methode zur Bestimmung des Wärmeübergangs aus experimentellen Daten zyklisch belasteter Gasspeicher</b>	<b>23</b>
3.1 Bestimmung des Wärmeübergangs aus Messdaten im Zeitbereich . . . . .	24
3.2 Berechnung des Wärmeübergangs aus Messdaten im Frequenzraum . . . . .	27
3.3 Experimenteller Aufbau . . . . .	30
3.4 Versuchsplan . . . . .	37
3.5 Fazit . . . . .	38
<b>4 Übertragung von Unsicherheit in den Frequenzraum</b>	<b>39</b>
4.1 Messfehler und Daten-Unsicherheit . . . . .	40
4.2 Ursachen für Messunsicherheit . . . . .	42
4.3 Stochastische Unsicherheit . . . . .	43
4.4 Systematische, stationäre Unsicherheit . . . . .	45
4.5 Systematische, transiente Unsicherheit . . . . .	64
4.6 Zusammenfassung und Fazit . . . . .	65
<b>5 Auswertung und Analyse der harmonischen Charakterisierung von Gasspeichern</b>	<b>67</b>
5.1 Durchführung der Messungen . . . . .	67
5.2 Diskussion der Messunsicherheit im Frequenzraum . . . . .	70
5.3 Bestimmung der Steifigkeit . . . . .	74
5.4 Bestimmung der Nußelt-Zahl . . . . .	80
5.5 Fazit . . . . .	84
<b>6 Modellierung des Wärmeübergangs zyklisch belasteter Gaspeicher</b>	<b>85</b>
6.1 Vergleich der Messergebnisse mit bestehenden Modellen des Wärmeübergangs . . . . .	85
6.2 Temperaturgrenzschichten zyklisch belasteter Gasspeicher . . . . .	87

6.3	Systemtheoretische Betrachtung der komplexen Nußelt-Zahl . . . . .	89
6.4	Grey-Box-Modell des Wärmeübergangs . . . . .	90
6.5	Validierung . . . . .	95
6.6	Fazit . . . . .	99
<b>7</b>	<b>Auf dem Weg zu FAIRen Messdaten einer modularen Prüfumgebung</b>	<b>101</b>
7.1	Anforderungen für FAIRe Messdaten . . . . .	102
7.2	Stand der Technik und relevante Standards für FAIRe Messdaten	105
7.3	Informationsmodelle . . . . .	111
7.4	Implementierung und Bereitstellung . . . . .	117
7.5	Anwendung und Validierung der Informationsmodelle . . . . .	123
7.6	Beschreibung und Bereitstellung der Messdaten . . . . .	126
7.7	Fazit . . . . .	129
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>131</b>
<b>Literatur</b>		<b>135</b>
<b>A</b>	<b>Berechnungen im Frequenzraum</b>	<b>147</b>
A.1	Faltungstheorem . . . . .	147
A.2	Entfaltung der Nußelt-Zahl im Frequenzraum . . . . .	148
<b>B</b>	<b>Prüfstände</b>	<b>150</b>
B.1	Luftfederprüfstand . . . . .	150
B.2	Hydrospeicherprüfstand . . . . .	150
B.3	Generischer Zylinder . . . . .	155
<b>C</b>	<b>Unsicherheit im Frequenzraum</b>	<b>156</b>
<b>D</b>	<b>Forschungsdatenmanagement</b>	<b>159</b>
D.1	Informationsmodell eines Sensors . . . . .	159
D.2	Bereitstellung der Messdaten . . . . .	161
D.3	Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse . . . . .	163
<b>Eigene Publikationen</b>		<b>165</b>
<b>Eigene Patente</b>		<b>169</b>