

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	VII
Summary	VIII
Nomenklatur.....	IX
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung	2
1.2 Inhalt der Arbeit	3
2 Grundlagen	6
2.1 Entstehung innermotorischer Schadstoffe	6
2.1.1 Stickoxide	8
2.1.2 Partikelemissionen.....	10
2.1.3 Kohlenstoffmonoxid	12
2.1.4 Kohlenwasserstoffe	12
2.1.5 Gesetzgebung	13
2.2 Abgasrückführung.....	14
2.2.1 Aufbau	15
2.2.2 Funktionsweise	17
2.2.3 Versottung	19
2.2.4 Maßnahmen	21
2.3 Predictive Maintenance	21
3 Stand der Technik im Machine-Learning	24
3.1 Algorithmenklassen	24
3.1.1 Supervised, Unsupervised und Reinforcement Learning	24
3.1.2 Classification	25
3.1.3 Clustering	26
3.1.4 Regression	27
3.2 Neuronale Netze.....	28
4 Simulativer Teil	35
4.1 Auswahl Teststrecke und Versuchsfahrzeuge	35
4.2 Datenaufbereitung	38
4.2.1 Signalauswahl	38
4.2.2 Datenaufzeichnung.....	43
4.2.3 Datenkonvertierung	45

4.2.4	Erstellung der Gesamtdatei, Signalselektion und Vereinheitlichung der Abtastrate	45
4.2.5	Signalgenerierung und -import	46
4.2.6	Datenbereinigung und -export	46
4.3	Auswahl geeigneter Algorithmen	49
4.4	Modellentwicklung	51
4.4.1	RNN	51
4.4.2	LSTM	58
4.4.3	GRU	61
4.4.4	Erweiterung Vorhersagezeit	65
4.5	Modelloptimierung und Sensitivitätsanalyse	74
4.5.1	Modellentwicklung für ideale Systemparameter-Bestimmung	74
4.5.2	Einzelsignalbeitrag	83
4.5.3	Signalabhängigkeit	87
4.5.4	Modellergebnisse mit CAN-Signalen	96
4.5.5	Modellauswahl	106
4.6	Modellvalidierung	112
4.7	Modellanwendung auf AGR-Versottung in anderem Lastbereich und bei verschiedenen Fahrzeugmodellen	114
4.8	Modellanwendung auf Ölverdünnung	119
4.9	Modellanwendung auf Zahnriemenlängung	123
5	Zusammenfassung und Ausblick	132
	Abbildungsverzeichnis	XV
	Tabellenverzeichnis	XXI
	Literaturverzeichnis	XXII
	Anhang	XXXIX