

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	IX
1 Einleitung	1
1.1 Stand der Technik	3
1.2 Stand der Forschung	6
1.3 Motivation und Zielsetzung	8
1.4 Gliederung der Arbeit	10
2 Problemformulierung	13
2.1 Driftende Zustandsänderung	13
2.2 Aufbau einer datenbasierten Zustandsüberwachung	15
2.3 Anforderungen an eine datenbasierte Zustandsüberwachung	16
2.4 Anforderungen an eine Zustandsüberwachung im Fahrzeug	19
3 Modellierung und Grundlagen des Anwendungsbeispiels	23
3.1 Annahmen und Vereinfachungen	24
3.2 Situation vor dem Drei-Wege-Katalysator	25
3.3 Die Lambdasonden	27
3.3.1 Breitband-Lambdasonden	27
3.3.2 Sprung-Lambdasonde	28
3.4 Drei-Wege-Katalysator	30
3.4.1 Modellierung der chemischen Vorgänge	33
3.4.2 Modellierung der physikalischen Vorgänge	35
3.4.3 Alterung durch thermalen Stress	37
3.5 Bewertung des Modells am Schubbetrieb und Katalysator-Ausräumen	38
3.6 Validierung	42
3.7 Zusammenfassung	43
4 Merkmalsgenerierung für dynamische Betriebszustände	45
4.1 Hybride Zustandsautomaten	46
4.2 Methode zur Merkmalsgenerierung	48
4.2.1 Aufbau	49
4.2.2 Realisierung	50
4.3 Simulationsstudie am Drei-Wege-Katalysator	51
4.4 Zusammenfassung	55
5 Zwei-Klassen-Support Vector Machine basierte Fehlerdetektion	57
5.1 Zwei-Klassen-Support Vector Maschine	59
5.2 Kernel-Trick	62
5.3 Fehlerdetektion-Zwei-Klassen-Support Vector Machine	64

5.4	Simulationsstudie am Drei-Wege-Katalysator	66
5.5	Zusammenfassung	67
6	Ein-Klassen-Support Vector Machine basierte Fehlerdetektion	69
6.1	Ein-Klassen-Support Vector Maschine	70
6.2	Fehlerdetektion-Ein-Klassen-Support Vector Maschine	73
6.2.1	Platzierung des Ursprungs	73
6.2.2	Nichtlineare Trennfläche	76
6.3	Simulationsstudie am Drei-Wege-Katalysator	77
6.4	Zusammenfassung	79
7	Support Vector Machine basierte Zustandsbestimmung	81
7.1	Zustandsbestimmung mit einer Support Vector Machine	83
7.2	Simulationsstudie am Drei-Wege-Katalysator	86
7.3	Zusammenfassung	89
8	Untersuchung der Drei-Wege-Katalysator-Zustandsüberwachung	91
8.1	Aufbau der Experimente	91
8.1.1	Fahrzeug I	92
8.1.2	Fahrzeug II	93
8.1.3	Fahrzeug III	93
8.2	Untersuchung der Testfahrzeuge	94
8.2.1	Generierung der Merkmale	94
8.2.2	Fehlerdetektion	96
8.2.3	Zustandsbestimmung	100
8.3	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	102
9	Zusammenfassung und Ausblick	103
9.1	Zusammenfassung	103
9.2	Ausblick	105
A	Anhang	107
A.1	Modellparameter	107
A.2	Betrachtete Simulationen	109
A.3	Lagrange Dualität	110
A.4	Simulationsstudie	111
A.5	Experimentelle Untersuchung eines Drei-Wege-Katalysators	112
Literatur		115