
Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Kurzfassung	iii
Abstract	v
Inhaltsverzeichnis.....	vii
Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xv
Formelverzeichnis	xvii
Abkürzungsverzeichnis	xix
Verzeichnis der Formelzeichen und Indizes	xxiii
1 Einleitung und Motivation.....	1
2 Grundlagen und Stand der Technik	3
2.1 Abgasemissionen verbrennungsmotorischer Fahrzeugantriebe.....	3
2.1.1 Abgaskomponenten und ihre Entstehung.....	3
2.1.2 Maßnahmen zur Schadstoffreduktion	11
2.2 Europäische Gesetzgebung zur Emissionsreglementierung.....	22
2.2.1 Reglementierung der Schadstoff- und CO ₂ -Emissionen	22
2.2.2 Zertifizierung und Fahrzeughomologation.....	24
2.2.3 Real Driving Emissions-Gesetzgebung.....	27
2.2.4 Stand der Diskussion zu zukünftigen Vorgaben	37
2.3 Entwicklungsprozesse und Methoden in der Antriebsentwicklung	43
2.3.1 Entwicklungsziele und Strategien	44
2.3.2 Test- und Entwicklungsumgebungen	48
2.3.3 Methodische Entwicklungsansätze für RDE	51
3 Zielsetzung der Arbeit und Methodik des Vorgehens	59

3.1	Konkretisierung der Problemstellung	59
3.2	Zielsetzung der Arbeit.....	61
3.3	Methodik des Vorgehens.....	62
4	Methodik zur Emissionsbewertung und -absicherung in der Antriebsentwicklung.....	63
4.1	Einordnung und Übersicht der RDE-Entwicklungsmethodik	63
4.2	Module und Prozesse der RDE-Entwicklungsmethodik	69
4.2.1	Datenaufbereitung.....	69
4.2.2	Identifikation des emissionskritischen Antriebsstrangverhaltens	72
4.2.3	Generierung konzeptspezifischer Most-Relevant-Tests	96
4.2.4	Anwendung von Most-Relevant-Tests in Entwicklungsprozessen....	107
4.2.5	Bewertung des Entwicklungsfortschritts	111
4.3	Implementierung der RDE-Entwicklungsmethodik	118
4.3.1	Softwareumgebungen	119
4.3.2	Versuchsträger.....	120
4.3.3	Prüfstandumgebungen und Abgasmesstechnik	121
5	Anwendung und Validierung der RDE-Entwicklungs methodik.....	127
5.1	Anwendungsszenarien und Datengrundlage	127
5.2	Prozessanwendung zur Testbereitstellung	129
5.2.1	Erstellung der Eventdatenbanken	130
5.2.2	Generierung konzeptspezifischer Most-Relevant-Tests	135
5.3	Prozessvalidierung der Testanwendung	141
5.3.1	Testanwendung zur Emissionskalibration.....	141
5.3.2	Bewertung der Testergebnisse	145
5.4	Prozessvalidierung der Fortschrittsbewertung	151
5.4.1	Bewertung der Sicherheit der Emissionskonformität	152
5.4.2	Fazit und Anwendungspotentiale im Entwicklungskontext.....	158
5.5	Übertragbarkeit der methodischen Ansätze	160
6	Zusammenfassung und Ausblick	163

Anhang	167
A Überprüfung der Untersuchungsmerkmale auf Normalverteilung	167
A.1 Überprüfung der synthetisch generierten MRT _{Validierung} (Roh-Signal)	167
A.2 Überprüfung der vermessenen MRT _{Validierung} (Kalibration I)	167
A.3 Überprüfung der vermessenen MRT _{Validierung} (Kalibration II)	167
B Eigenschaften der synthetisch generierten MRT _{Validierung}	168
B.1 Fahrdynamikbewertung.....	168
B.2 Topologische Eigenschaften	169
C Versuchsträger Ottomotor	170
Literaturverzeichnis.....	171