

Inhaltsverzeichnis

Erklärung des Autors	vi
Bibliografische Beschreibung	vii
Abbildungsverzeichnis	xiii
Tabellenverzeichnis	xvii
Abkürzungsverzeichnis	xix
Symbolverzeichnis	xxi
1 Einleitung	1
1.1 Motivation und Problemstellung	1
1.2 Struktur der Arbeit	2
2 Grundlagen und Stand der Technik	5
2.1 Das Getriebe	5
2.1.1 Grundlegende Funktionsweise eines Getriebes . . .	5
2.1.2 Das Doppelkupplungsgetriebe	8
2.1.3 Getriebegeräusche im Fahrzeug	9
2.2 Messtechnische Analyse und Signalverarbeitung	14
2.2.1 Körperschall- und Luftschallmessungen im Fahrzeug und auf Prüfständen mit Sensorik	14
2.2.2 Ordnungsbetrachtung und -extraktion	17
2.2.3 Korrelation Anregung und subjektive Note	22
2.3 Maschinelles Lernen	30
2.3.1 Feature-Engineering	30
2.3.2 Trainings- und Testdaten	32
2.3.3 Klassifizierungsalgorithmen	33

3 Fahrzeugmessungen und Hörversuch	37
3.1 Messaufbau im Fahrzeug	37
3.1.1 Körper- und Luftschallmesspunkte	37
3.1.2 Drehzahl- und Drehmomentprofile	39
3.1.3 Verschiedene Fahrzeug- und Getriebekombinationen	43
3.2 Hörversuch zur Validierung der subjektiven Benotung . .	44
3.2.1 Aufbau Hörversuch und Generierung von Testdaten	44
3.2.2 Durchführung des Hörversuches und Auswertung .	46
4 End-Of-Line Prüfung und Universalgetriebeprüfstand	53
4.1 End-Of-Line Prüfstand	53
4.2 Universalgetriebeprüfstand	56
4.2.1 End-Of-Line-naher Aufbau	56
4.2.2 Fahrzeughafter Aufbau	57
4.3 Akustikkreis und akustischer Fingerabdruck	59
5 Tonales Kriterium, Anregungsrichtwerte und Klassifizierung	63
5.1 Tonales Kriterium und Ableitung fahrzeugbezogener Anregungsrichtwerte	63
5.2 Extrahieren weiterer Features für anschließende Klassifizierung	72
5.3 Klassifizierung der Getriebegeräusche	73
5.3.1 Trainings- und Testdaten	73
5.3.2 Feature Selektion und Hyperparameteroptimierung	74
6 Ergebnisse	81
6.1 Erkenntnisse aus den verschiedenen Prüfstandmessungen .	81
6.1.1 Grundsätzliche Erkenntnisse	81
6.1.2 Bedingungen am End-Of-Line-Prüfstand	90
6.1.3 Universalgetriebeprüfstand fahrzeughafte Aufspannung vs. Fahrzeug	96
6.1.4 Universalgetriebeprüfstand EoL-nahe Aufspannung vs. EoL-Prüfstand	102

Inhalt

6.2 Ergebnisse der Klassifizierung	107
7 Diskussion	111
7.1 Fazit	111
7.2 Ausblick	115
A Anhangsverzeichnis	117
Literaturverzeichnis	123