

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Kurzfassung	III
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einführung	1
1.1 Motivation und Zielsetzung	3
1.2 Literaturüberblick	8
1.3 Aufbau und Gliederung	9
2 PKW-Getriebe	11
2.1 Übersicht PKW-Getriebe	11
2.2 Handschaltgetriebe	12
2.2.1 Kupplung	14
2.2.2 Temperatureigenschaften der Kupplung	16
2.2.3 Synchronisierung	18
2.3 Automatisiertes Handschaltgetriebe	22
2.4 Doppelkupplungsgetriebe	24
2.5 Kurzzusammenfassung Kapitel 2	27
3 Modellbildung Getriebe	29
3.1 Literaturüberblick Getriebemodelle	31
3.2 Getriebemodellierung	34
3.2.1 Grundlagen der Mechanik	34
3.2.2 Modellstruktur ASG	39
3.2.3 Kupplungsmodell	41
3.3 Getriebeaktuatorik	42
3.3.1 Hydraulische Grundlagen	42
3.3.2 Kupplungssteller	44
3.4 Temperaturmodell der Kupplung	45
3.5 Kurzzusammenfassung Kapitel 3	48

4	Entwicklung der Versuchsumgebung	51
4.1	Aufbau und Funktionsweise	52
4.1.1	Mechanischer Aufbau	53
4.1.2	Elektrischer Aufbau	54
4.1.3	Funktionsweise	54
4.2	Funktionale Sicherheit	56
4.3	Prüfstandsautomatisierung	56
4.4	Messtechnik	58
4.4.1	Messdatensynchronisierung	58
4.4.2	Sensorik und Messdatenverarbeitung	59
4.5	Entwicklung eines Prüfstandsmodells	62
4.5.1	Experimentelle Parameterbestimmung	62
4.5.1.1	Bestimmung der Reibungseigenschaften	62
4.5.1.2	Bestimmung der Zeitkonstanten der elektrischen Maschinen	63
4.5.1.3	Bestimmung der Signallaufzeit	64
4.5.2	Modellaufbau des Prüfstandes	65
4.5.3	Beispielanwendung: Simulation Kupplungsversuch	66
4.6	Kurzzusammenfassung Kapitel 4	67
5	Methodenauswahl	69
5.1	Automatisierte Parameterfindung	70
5.2	Auswahl einer Identifikationsmethode	71
5.3	Neuronale Netze	73
5.3.1	Eingesetzte Neuronale Netze	73
5.3.2	Lernalgorithmus	78
5.4	Strukturierte Rekurrente Neuronale Netze	79
5.4.1	Modellierung im Zustandsraum	79
5.4.2	Lerngesetz für das SRNN	81
5.4.3	Beispielanwendung: elektrische Maschine	83
5.5	Erweiterung auf zweidimensionale Probleme	90
5.6	Kurzzusammenfassung Kapitel 5	96
6	Identifikation der Getriebeparameter	99
6.1	Identifikation Antriebsmaschinen	99
6.2	Identifikation Einmassenschwungrad	102
6.2.1	Versuchsbeschreibung	103
6.2.2	Ergebnisse der Trägheitsbestimmung	104
6.2.3	Kurzzusammenfassung Einmassenschwungrad	106

6.3	Identifikation der Kupplung	107
6.3.1	Kupplungsaktuator	108
6.3.2	Torsionsfeder	110
6.3.3	Kupplungskapazität	112
6.3.3.1	Versuchsaufbau	113
6.3.3.2	Versuchsdurchführung	114
6.3.4	Kurzzusammenfassung Kupplung	117
6.4	Identifikation der Reibung	118
6.4.1	Versuchsbeschreibung	119
6.4.2	Ergebnisse der Reibungs- und Trägheitsbestimmung . .	121
6.4.3	Kurzzusammenfassung Lagerreibung	123
6.5	Identifikation des Verzahnungsspiels	123
6.5.1	Kurzzusammenfassung Lose	126
7	Validierung des Modells	127
7.1	Vergleich mit dem ASG-Modell	127
7.1.1	Vergleich stationärer Betriebspunkte	128
7.1.2	Vergleich dynamischer Versuche	130
7.1.3	Aussagekraft des parametrisierten Getriebemodells	131
7.2	Anwendung auf ein Doppelkupplungsgetriebemodell	132
7.2.1	Kupplungskapazität DKG	132
7.2.2	Identifikation Reibmoment DKG	135
7.2.3	Ergebnisse der Identifikation	136
7.3	Allgemeine Bewertung des Modellfehlers	138
7.4	Kurzzusammenfassung Kapitel 7	139
8	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	141
	Abkürzungsverzeichnis	146
	Nomenklatur	149
	Abbildungsverzeichnis	153
	Tabellenverzeichnis	156
A	Anhang Kapitel 4	159
A.1	Programmbeispiel Messdatensynchronisation	159
A.2	Formeln Signalverarbeitung	160
B	Anhang Kapitel 5	161
B.1	Bestimmung der Reibung durch statische Betriebspunkte . . .	161
B.2	Herleitung der partiellen Ableitungen	162
B.2.1	Eindimensionaler Fall	163
B.2.2	Zweidimensionaler Fall	166
B.3	Parameterdimensionen der SRNN	175

C Anhang Kapitel 6	177
C.1 Experimentelle Bestimmung der Getriebereibung	177
C.2 Experimentelle Bestimmung der Federsteifigkeit	178
C.3 Untersuchung der Verdrehsteifigkeit	179
Literaturverzeichnis	183
Eigene und betreute Arbeiten	213