Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **1**

2 Grundlagen **5**
2.1 Bussysteme 5
2.1.1 Das OSI-Modell 6
2.1.2 Der LIN-Bus 11
2.2 Grundlagen der EMV 13
2.2.1 Die EMV-Wirkungskette 14
2.2.2 Definition der verschiedenen Messebenen 17
2.2.3 Störfestigkeitsanforderungen im Kfz 18
2.3 Darstellung von Systemen durch Streuparametern 21
2.3.1 Grundlagen der Wellenparameter und Streuparameter 21
2.3.2 Aktive Mikrowellen-Tore 23
2.4 Ersatzquellendarstellung einer Störung 24
2.4.1 Modellierung 24
2.4.2 Ausfallszenarien 25
2.4.3 Bewertung der Wirksamkeit einer Störquelle 26

3 EMV-Messverfahren **29**
3.1 Leitungsgebundene Störfestigkeitsmessung 29
3.1.1 Anwendung des DPI-Verfahrens 30
3.1.2 Theoretische Untersuchungen am bestehenden Verfahren 33
3.2 Gestrahlte Störfestigkeitsmessung 34
3.2.1 Grundlagen und Anwendung des ALSE-Messverfahrens 34
3.2.2 Nachteile des ALSE-Messverfahrens 36
3.3 Bulk Current Injection 37
3.4 Stripline-Verfahren 38

4 Analyse der gestrahlten Störfestigkeitsmessung **39**
4.1 Modellierung durch ein aktives Zweitor 39
4.2 Bestimmung des aktiven Zweitors aus der Simulation 41
4.2.1 Simulationsmodell des ALSE-Messaufbaus 42
4.2.2 Bestimmung der Streuparameter ohne Einstrahlung 43
4.2.3 Bestimmung der durch Einstrahlung entstehenden Quellwellen . . . 44
4.3 Bestimmung des aktiven Zweitors aus Messungen 47
4.4 Vergleich von Simulation und Messung 48

4.5 Modellierung der LPDA-Antenne . . . 51
4.5.1 Lage des Phasenzentrums . . . 51
4.5.2 Speisestrom des Dipols . . . 52
4.5.3 Vergleich von LPDA-Modell und ebener Welle . . . 53
4.6 Analyse der entstehenden Stromverteilung . . . 54
4.7 Ersatz-Störquelle des Messsystems . . . 56
4.7.1 Bestimmung der Ersatz-Störquelle . . . 56
4.7.2 Lastwiderstandsverhalten der Ersatz-Störquelle . . . 60
4.7.3 Vergleich von Ersatz-Störquelle mit realem Ausfallbild . . . 62
4.8 Polarisationsabhängigkeit des ALSE-Aufbaus . . . 64

5 Untersuchung und Erweiterung des DPI-Verfahrens 67
5.1 Kapazitive Einkopplung . . . 67
5.1.1 Modellierung der kapazitiven Einkopplung . . . 67
5.1.2 Analyse der kapazitiven Einkopplung . . . 69
5.2 Optimierte kapazitive Störungseinkopplung . . . 75
5.2.1 Optimiertes Board – Modellierung . . . 75
5.2.2 Analyse der optimierten kapazitiven Einkopplung . . . 77
5.2.3 Eigenschaften der kapazitiven Einkopplung . . . 78
5.3 Induktive Störeinkopplung . . . 79
5.3.1 Stromeinspeisung – die BCI-Methode . . . 79
5.3.2 Platine zur induktiven Stromeinspeisung . . . 82
5.3.3 Modellierung der induktiven Störeinspeisung . . . 83
5.3.4 Analyse der induktiven Störeinspeisung . . . 83
5.3.5 Einfluss des Übertragers auf Strom und Spannung am IC . . . 85
5.4 Vergleich der betrachteten Varianten . . . 88
5.4.1 Erzeugter Strom am IC-Pin . . . 88
5.4.2 Erzeugte Spannung am IC-Pin . . . 89
5.4.3 Erzeugte Wirkleistung am IC-Pin . . . 89

6 Vergleich von ALSE- und DPI-Verfahren 91
6.1 Bezug der Messmethoden . . . 91
6.2 Vergleich der bei ALSE und DPI entstehenden Ströme . . . 93
6.3 Prognose der gestrahlten Störfestigkeitsmessung . . . 94
6.4 Ableitung von Chip-Level-Störfestigkeitsgrenzwerten . . . 96
6.4.1 Vorgehensweise . . . 96
6.4.2 Ableitung von Grenzwerten . . . 99
6.5 Auswirkung kapazitiver Filterung . . . 101
6.6 Grenzwerte im Fall eines realen Fahrzeugmodells . . . 103
6.6.1 Modellierung eines realen Fahrzeugs als aktives Zweitor . . . 103
6.6.2 Simulationsergebnisse . . . 105

7 Ausblick **109**

8 Zusammenfassung **111**

A Bestimmung des Reflexionsfaktors eines Transceiver-Bausteins **115**
A.1 Messaufbau 115
A.2 Messungen 116

B Analyse des DPI-Messverfahrens mit Kapazitäten **119**
B.1 Standardplatine mit kapazitiver Filterung 119

Literaturverzeichnis **123**

Lebenslauf **133**