

|  |    |
|--|----|
| <b>1 Einleitung und Forschungsziel</b> .....   | 1  |
| 1.1 Motivation .....   | 1  |
| 1.2 Ziel der Arbeit .....  | 3  |
| 1.3 Aufbau der Arbeit .....  | 4  |
| <b>2 Grundlagen und Stand der Wissenschaft</b> .....   | 7  |
| 2.1 Bewertung leitungsgebundener Störaussendungen im Kraftfahrzeug .....                     | 7  |
| 2.1.1 EMV im Fahrzeugentwicklungsprozess .....   | 8  |
| 2.1.2 Komponententest nach CISPR 25 .....  | 11 |
| 2.1.3 Eigenschaften leitungsgebundener Störaussendungen .....                                | 16 |
| 2.1.4 Zusammenfassung .....  | 21 |
| 2.2 Ersatzstörquellendarstellung .....   | 22 |
| 2.2.1 Modellierung einer Ersatzstörquelle .....  | 23 |
| 2.2.2 Simulatorische Ersatzstörquellen Charakterisierung .....                               | 25 |
| 2.2.3 Black Box Charakterisierung von DUTs .....   | 26 |
| 2.2.4 Zusammenfassung .....  | 29 |
| 2.3 Beschreibung der Ausbreitung von leitungsgebundenen Störaussendungen in Netzwerken ..... | 29 |
| 2.3.1 Elektromagnetische Wellenausbreitung auf unendlich langen Leitungen .....              | 29 |
| 2.3.2 Elektromagnetische Wellenausbreitung auf endlich langen Leitungen .....                | 34 |
| 2.3.3 Beschreibung der Wellenausbreitung auf Leitungen mit Leitungswellen .....              | 37 |
| 2.3.4 Zusammenfassung .....  | 43 |

|   |    |
|---|----|
| <b>3 Verfahren zur kontaktlosen Charakterisierung von Ersatzstörquellen</b> .....                       | 45 |
| 3.1 Charakterisierung von Störgrößen auf Leitungen sowie aktiven und passiven Leitungsabschlüssen ..... | 45 |
| 3.1.1 Verfahrensschritt 1: Fehlertorbestimmung des Messaufbaus im Frequenzbereich .....                 | 47 |
| 3.1.2 Verfahrensschritt 2: Bestimmung der Wellengrößen des Messaufbaus im Zeitbereich .....             | 51 |
| 3.1.3 Verfahrensschritt 3: Charakterisierung von passiven und aktiven Leitungsabschlüssen .....         | 53 |
| 3.1.4 Zusammenfassung .....   | 58 |
| 3.2 Einflussfaktoren auf die Genauigkeit des Messverfahrens .....                                       | 59 |
| 3.2.1 Einflussfaktoren der Richtkopplereigenschaften auf die Messungen .....                            | 60 |
| 3.2.2 Einflussfaktoren auf die Fehlertorcharakterisierung im Frequenzbereich .....                      | 63 |
| 3.2.3 Einflussfaktoren auf die Messung der Leitungsgrößen im Zeitbereich .....                          | 65 |
| 3.2.4 Zusammenfassung .....   | 66 |
| 3.3 Analyse der Eigenschaften des Messaufbaus .....   | 67 |
| 3.3.1 Eigenschaften des Richtkopplers .....   | 68 |
| 3.3.2 Arbeitsbereich der Fehlertorbestimmung im Frequenzbereich .....                                   | 72 |
| 3.3.3 Arbeitsbereich der Bestimmung der Leitungsgrößen im Zeitbereich .....                             | 75 |
| <b>4 Ergebnisse der kontaktlosen Charakterisierung von Störgrößen</b> .....                             | 81 |
| 4.1 Charakterisierung der Netzwerkeigenschaften im Referenzmessaufbau .....                             | 83 |
| 4.1.1 Messaufbau .....  | 83 |
| 4.1.2 Bestimmung der Leitungsgrößen .....   | 85 |
| 4.1.3 Charakterisierung passiver und aktiver Leitungsabschlüsse .....                                   | 89 |
| 4.1.4 Zusammenfassung .....   | 93 |
| 4.2 Integration der Charakterisierung der Netzwerkeigenschaften in den CISPR 25 Messaufbau .....        | 94 |
| 4.2.1 Messaufbau .....  | 94 |
| 4.2.2 Bestimmung der Leitungsgrößen .....   | 96 |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 4.2.3    | Charakterisierung passiver und aktiver<br>Leitungsabschlüsse .....                  | 100        |
| 4.2.4    | Zusammenfassung .....   | 103        |
| 4.3      | Charakterisierung eines leistungselektronischen DUT im<br>CISPR 25 Messaufbau ..... | 104        |
| 4.3.1    | Messaufbau .....  | 104        |
| 4.3.2    | Bestimmung der Leitungsgrößen .....   | 107        |
| 4.3.3    | Charakterisierung passiver und aktiver<br>Leitungsabschlüsse .....                  | 110        |
| 4.3.4    | Zusammenfassung .....   | 113        |
| <b>5</b> | <b>Diskussion und Ausblick</b> .....  | <b>115</b> |
| 5.1      | Diskussion .....  | 115        |
| 5.2      | Ausblick .....  | 117        |
| <b>6</b> | <b>Zusammenfassung</b> .....  | <b>121</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b> .....   | <b>125</b> |