

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>13</b>
1.1 Motivation .....	14
1.2 Struktur der Arbeit .....	15
<b>2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN.....</b>	<b>17</b>
2.1 Elektromagnetische Wellen .....	17
2.1.1 Ebene Wellen .....	18
2.1.2 Nahfeld – Fernfeld .....	19
2.1.3 Wellenimpedanz .....	20
2.1.4 Elektromagnetische Wellen an Grenzflächen (Reflexion, Transmission und Einfallswinkel).....	21
2.1.5 Resonanz, $\lambda/2$ .....	21
2.1.6 Moden.....	22
2.2 Elektromagnetische Verträglichkeit .....	23
2.2.1 Logarithmierte bezogene Systemgrößen - Pegel .....	23
2.2.2 Koppelmechanismen .....	25
2.2.3 Elektromagnetische Schirme .....	26
2.2.4 Der Begriff Schirmdämpfung .....	27
<b>3 GRUNDSTRUKTUREN UND ANWENDUNGEN.....</b>	<b>28</b>
3.1 Elektro- und magnetooptische Feldsensoren .....	28
3.1.1 Der elektro-optische Effekt .....	28
3.1.2 Das verwendete Sensorsystem .....	29
3.2 Messumgebungen .....	34
3.2.1 Wellenleiter und Aufbau eines Rechteck-Hohlleiters .....	34
3.2.2 TEM-Wellenleiter .....	37
3.2.3 Aufbau einer TEM-Zelle .....	37
3.2.4 Freifeld / Absorberraum .....	39
3.2.5 Modenverwirbelungskammern.....	41

3.3	Kalibrierung in einer $\mu$ TEM-Zelle .....	42
3.4	Modifizierung des Sensorkopfes.....	45
3.5	Magnetfeldmessungen .....	49
<b>4</b>	<b>NAHFELDMESSUNGEN .....</b>	<b>50</b>
4.1	Richtdiagramme .....	50
4.2	Messungen in der Antennen-Apertur.....	52
4.2.1	Messaufbau der Nahfeldmessungen .....	52
4.2.2	Ergebnisse der Nahfeldmessungen.....	54
4.2.3	Nahfeld-Fernfeld-Transformation.....	63
4.3	Zusammenfassung der Nahfeldmessungen.....	71
<b>5</b>	<b>SCHIRMDÄMPFUNGSMESSUNGEN .....</b>	<b>72</b>
5.1	Messung der intrinsischen Schirmdämpfung von Gehäusen .....	72
5.1.1	Etablierte und genormte Schirmdämpfungs-Messverfahren.....	74
5.2	Messung der Schirmdämpfung mit normähnlichen Messverfahren.....	81
5.3	Referenzgehäuse für Schirmdämpfungsmessungen.....	82
5.3.1	Messaufbau der Schirmdämpfungsmessungen .....	83
5.3.2	Messungen am Referenzgehäuse .....	85
5.3.3	Modifikation des Gehäuses .....	92
5.3.4	Simulation der Feldstärke und Oberflächenströme .....	94
5.3.5	Ergebnisse der Messungen mit dem Testgehäuse .....	97
5.4	Schirmdämpfungsmessungen an realen Motorsteuergeräte-Gehäusen .....	99
5.4.1	Das Motorsteuergerät als DUT .....	100
5.4.2	Platzierungen des Sensors im Steuergerät .....	103
5.4.3	Schirmdämpfungsmessungen von 10 kHz bis 200 MHz .....	104
5.4.4	Messergebnisse im Frequenzbereich 10 kHz bis 200 MHz .....	105
5.4.5	Schirmdämpfungsmessungen von 200 MHz bis 3 GHz .....	110
5.4.6	Messergebnisse im Frequenzbereich 200 MHz bis 3 GHz.....	110
5.4.7	Ergebnisse der Schirmdämpfungsmessungen am Steuergerät .....	114

5.4.8	Messergebnisse mit Leiterplattendummy .....	115
5.5	Zusammenfassung der Schirmdämpfungsmessungen .....	122
<b>6</b>	<b>MAGNETFELDMESSUNGEN .....</b>	<b>124</b>
6.1	Messaufbau der H-Feldmessungen .....	124
6.2	Messergebnisse der H-Feldmessungen.....	126
6.2.1	H-Feld-Messungen in einer pTEM-Zelle.....	126
6.2.2	H-Feld-Messungen in einer TEM-Zelle.....	127
6.2.3	H-Feld-Messungen in einem Hohlleiter .....	131
6.3	Kalibrierung über den Feldwellenwiderstand.....	133
6.4	Magnetfeldmessungen in einer Antennen-Apertur .....	135
6.5	Zusammenfassung der Magnetfeldmessungen.....	139
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>140</b>
<b>LITERATUR .....</b>		<b>142</b>