

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	12
1.1	Problemstellung	12
1.2	Auftreten deterministischer elektromagnetischer Felder	13
1.3	Auftreten statistischer elektromagnetischer Felder	14
1.4	Leitungen als Einfallstore für Störungen	14
1.5	Zielstellung und Gliederung der Arbeit	15
2	Beschreibung deterministischer elektromagnetischer Felder	16
3	Beschreibung statistischer elektromagnetischer Felder	19
3.1	Ansatz ebener Wanderwellen	19
3.1.1	Analytische Beschreibung	20
3.1.2	Numerische Monte-Carlo-Simulation	24
3.1.3	Simulationsbeispiele	27
3.2	Ansatz ebener Stehwellen	28
3.3	Verteilungs- und Dichtefunktionen	31
3.3.1	Feldverteilung	31
3.3.2	Verteilung der Mittelwerte, Maxima und Minima	31
3.3.3	Verhältnisse von Maximum/Erwartungswert, Erwartungswert/Minimum und Maximum/Minimum	34
3.4	Räumliche Korrelation	36
4	Einkopplung deterministischer Felder in eine Leitung	38
4.1	Leitungsmodell	38
4.2	Lösung der Leitungsgleichungen	39
4.2.1	Doppelleitung im Freiraum	39
4.2.2	Einfachleitung über perfekt leitender Ebene	46
4.2.3	Darstellung der Einkopplung als Funktion der Einfallsrichtung	49
4.3	Maximalwert der Einkopplung	51
4.3.1	Maximalwert des Stromes am Anfang der Leitung	55
4.3.2	Übertragen der Ergebnisse auf die Spannung	63
4.3.3	Numerische Simulationen mit weniger Einfallsrichtungen	64

5 Einkopplung statistischer Felder in eine Leitung	72
5.1 Erwartungswert des Betragsquadrats des eingekoppelten Stromes	72
5.1.1 Lösung entlang der Leitung	73
5.1.2 Grenzwert am Anfang und am Ende der Leitung	83
5.1.3 Grenzwert für sehr kurze Leitungen bzw. sehr niedrige Frequenzen .	89
5.2 Übertragen der Ergebnisse auf die Spannung	89
5.3 Übertragen der Ergebnisse auf eine Einfachleitung über perfekt leitender Ebene	91
5.4 Verteilungs- und Dichtefunktionen	93
5.5 Maximalwert der Einkopplung	95
5.6 Vergleich mit Messergebnissen	96
5.6.1 Aufbau und Ablauf der Messung	96
5.6.2 Messergebnisse	99
6 Vergleich zwischen deterministischer und statistischer Einkopplung	106
6.1 Direktivität der Einkopplung in eine Leitung	106
6.1.1 Definition	106
6.1.2 Allgemeine Abschlusswiderstände	107
6.1.3 Sonderfall der beidseitig angepassten Leitung	110
6.1.4 Sonderfall der beidseitig kurzgeschlossenen/leerlaufenden Leitung .	111
6.2 Schlussfolgerungen für EMV-Tests	112
6.2.1 Tests in deterministischen Messumgebungen	112
6.2.2 Tests in statistischen Messumgebungen	113
6.2.3 Korrelation von Messumgebungen	114
7 Zusammenfassung	133
7.1 Ergebnisse	133
7.2 Ausblick	134
Literaturverzeichnis	135
A Anhang	141
A.1 Verteilungs- und Dichtefunktionen der elektrischen Feldgrößen	141
A.2 Verteilungs- und Dichtefunktionen der auf ihren Erwartungswert normierten elektrischen Feldgrößen	142
A.3 Verhältnisse von Maximum/Erwartungswert, Erwartungswert/Minimum und Maximum/Minimum	143
A.4 Quelltexte	145