

Erstellung eines Validierungsverfahrens für EMV-Messplätze im Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz mit Magnetfeldantennen

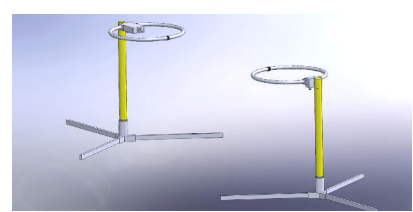
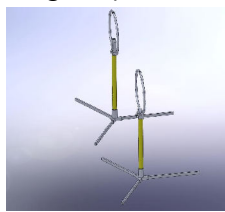
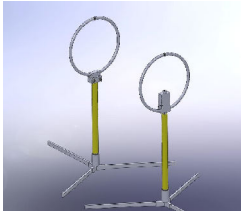
Dipl.-Ing. Friedrich, Wilhelm Trautnitz, Albatross Projects GmbH, Team Technik
Dipl.-Ing. Jochen Riedelsheimer, Albatross Projects GmbH, Team Technik

1. Stand der internationalen Normung im Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz zur Messplatzvalidierung

In der CISPR 16-1-4 gibt es bis jetzt keine Norm zur Validierung von Messplätzen von 9 kHz bis 30 MHz. Deswegen wurde im CISPR Komitee diskutiert, ob und wie im Frequenzbereich unterhalb von 30 MHz Störaussendungsmessungen durchgeführt werden sollen und welche Normen für diese Messungen neu erstellt werden müssen. Bisher werden Messungen durchgeführt, ohne dass eine Validierung des Messplatzes vorgenommen wird. Insbesondere müsste hierfür für die Validierung der Messplätze ein Standard im Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz erstellt werden. Im CISPR wurde unter den Mitgliedsstaaten eine Umfrage durchgeführt und die Abstimmung hat ergeben, dass ein Standard für Messungen unterhalb von 30 MHz gewünscht ist. (CISPR Dokumente CISPR/1202/Q, 1211/RQ). Das Deutsche Komitee (AHF) hatte entschieden, zur Untersuchung der Eigenschaften von vorhandenen Messplätzen einen Round Robin Test (RRT) unter den EMV Laboren durchzuführen. Ein namhafter deutscher Antennenhersteller hat sich bereit erklärt, Magnetfeldantennen für den RRT bereitzustellen. Im AHF (GAK 767.4.1) wurde für den RRT ein Prüfplan ausgearbeitet, an Hand dessen vom November 2011 bis Oktober 2012 die Labore die vorgesehenen Messungen durchgeführt haben. An diesen Untersuchungen haben über 20 Labore teilgenommen. Es wurden Messungen auf Freifeldmessplätzen mit ground plane, auf einem Parkplatz mit Teeroberfläche, in Absorberhallen mit ground plane in 3 m und 10 m Messentfernung und in Vollabsorberhallen mit einer Messentfernung von 3 m durchgeführt. Der Messaufbau und die Durchführung der Messungen wurden im AHF definiert und für die Durchführung ein Testplan sowie ein jeweiliger Testbericht erstellt, der eine Vergleichbarkeit der Messungen für die Auswertung ermöglicht. Die Messungen wurden nach Vorgabe von CISPR mit Magnetfeldantennen durchgeführt. Die untere Kante der Loop Antennen befand sich 1 m oberhalb der ground plane und war bei allen Messungen unverändert in der Höhe für Sende – und Empfangsantenne. Drei verschiedene Anordnungen der Antennen wurden betrachtet und gemessen (coaxial Bild 2.1, coplanar in y – Richtung Abbildung 2.2 und coplanar in z – Richtung 2.3). Der betrachtete und gemessene Frequenzbereich ist 9 kHz bis 30 MHz. Die Schrittweiten wurden entsprechend den vorhandenen Produkt Normen ausgewählt. In Analogie zur NSA Validierung nach CISPR 16-1-4 wurden die Messungen in einem Prüflingsvolumen von 2 m Durchmesser bei 3 m Messentfernung und von 4 m Durchmesser in 10 m Messentfernung durchgeführt. Die Ergebnisse des RRT werden vorgestellt, die wesentlichen Unterschiede bezüglich Messumgebung und Messentfernung werden analysiert und besprochen. Der aktuelle Stand der Normenarbeit wird vorgestellt.

2. Messmethode zur Durchführung des Ringversuches

Im GAK 767.4.1 (AHF) wurde ein Vorschlag zur Durchführung des Ringversuches ausgearbeitet. Wie bei NSA Messungen üblich, wurden zwei Messungen durchgeführt. Die erste Messung wird mit durchverbundenen Kabeln gemacht, die zweite mit den Loop Antennen im geplanten Messaufbau und mit der geplanten Entfernung. Die Messungen wurden im Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz durchgeführt. Der Messaufbau war ähnlich dem Messaufbau der NSA Messung in der CISPR 16-1-4. Dabei wurden 3 verschiedene Antennenanordnungen (Bilder 2.1-2.3) vermessen.



Antennen coaxial (set up 1) Antennen coplanar (set up 2) Antennen coplanar (set up 3)
Bilder 2.1, 2.2 und 2.3 : Antennenanordnungen des Rundversuches

In der Tabelle 2.1 sind die Frequenzen und Frequenzschrittweiten beschrieben.

Frequenzbereich	Schrittweite
9 kHz – 19 kHz	1 kHz
20 kHz – 149 kHz	5 kHz
150 kHz – 990 kHz	10 kHz
1 MHz – 30 MHz	100 kHz

Tabelle 2.1: Frequenzschrittweite der verwendeten Frequenzen im Rundversuch

Als Detektor wurde Average verwendet. Das S/N Verhältnis hat mindestens 16 dB betragen.

Als Testvolumen wurde bei 3 m Messabstand ein Volumendurchmesser von 2 m, bei 10 m ein Volumendurchmesser von 4 m gemessen.

Die Höhe des unteren Rahmens der Loop Antenne hat 1 m über der ground plane betragen. Die Messentfernung (3 m und 10 m je nach Messplatz) hat sich auf das Zentrum der Loop Antennen bezogen.

Die Messpositionen (Bild 2.4) wurden ähnlich wie bei NSA Messungen angeordnet.

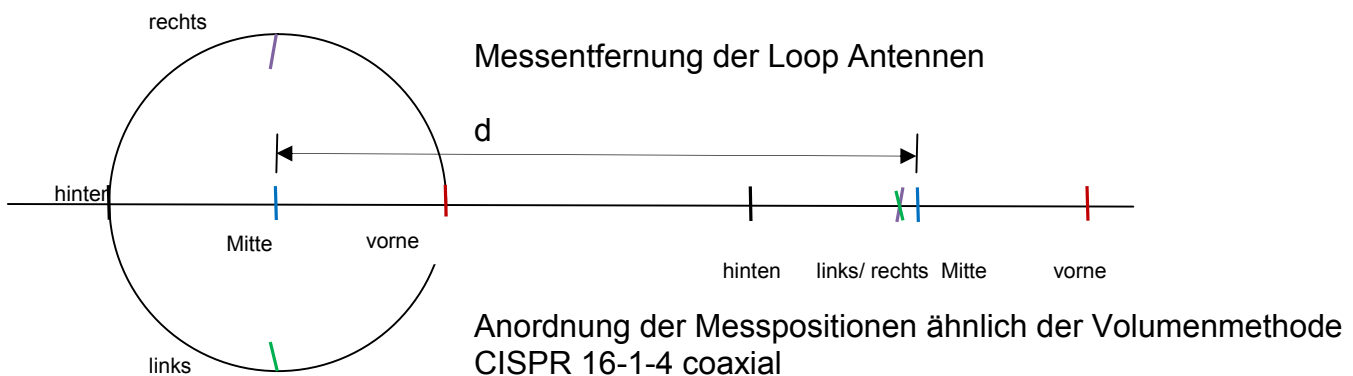


Bild 2.4: Antennenpositionen im Volumen bei der Messung im Rundversuch, hier gezeigt für set up 1 koaxiale Ausrichtung der Loop Antennen

3. Zweck der Messung

Mit den Messungen im Rundversuch sollten Erfahrungen mit einer neuen Validierungsmethode für Messplätze unterhalb 30 MHz gewonnen werden. Speziell sollten verschiedene Arten von Messplätzen wie Freifeldgelände und Absorberhallen auf Tauglichkeit untersucht werden. Mit der Messung sollten auch praktische Erfahrungen bei der Validierung gewonnen werden. Untersucht und gemessen wurden Freifeldgelände, Absorberhallen mit ground plane, Vollabsorberhallen. Dazu wurden auch Messungen auf einem Parkplatz gemacht. Die Messungen sollten einen ersten Überblick über das Verhalten der normierten Funkfelddämpfung zeigen und einen Entwurf einer Messmethode zur Integration in die CISPR 16-1-4 ermöglichen. Der Entwurf einer Validierungsmethode wird in CISPR A WG weiterverfolgt.

4. Ergebnisse des Ringversuches

Zuerst wurden die Messungen auf zwei Freifeldern durchgeführt, die als Referenzfreifelder gelten. Beide Freifelder haben eine leitende Bodenfläche (ground plane) mit ca. 10 mm Stahlplatten. Die Ergebnisse dieser Messungen sollten eine Art Referenz darstellen, auf die die anderen Messergebnisse bezogen werden können. Die Messergebnisse auf beiden Freifeldern jeweils in 3m und 10 m Messentfernung sind sehr ähnlich und haben damit gewissermaßen als Referenz gedient. Als Messantennen wurden eine Sende Loop Antenne und als Empfangsantenne eine aktive Loop Antennen eingesetzt. Der Durchmesser beider Antennen war 50 cm. Aus den Ergebnissen werden Messergebnisse der zwei Freifelder, von typischen Absorberhallen mit ground plane mit Hybridabsorber und Hohlabsorber gezeigt. Es wurden Absorberhallen mit 3m und mit 10 m Messentfernung gemessen. Bei Absorberhallen mit 10 m Messentfernung wurden die Entfernungen 3 m und 10 m vermessen.



Bild 4.1

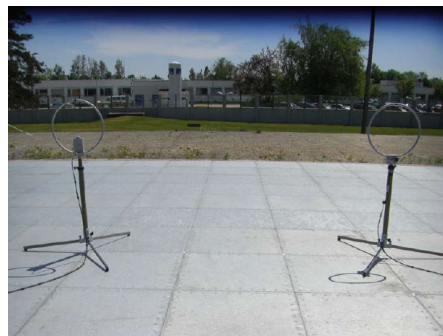


Bild 4.2

Bilder 4.1 und 4.2: Messungen mit Loop Antennen auf den Freifeldern; Bild 4.1 Messentfernung 10 m, coaxial (set up 1), Bild 4.2 Messentfernung 3 m, coplanar (set up 2)

Absorberhallen mit ground plane, Messentfernung 10 m:

Die nachfolgenden Bilder zeigen Messergebnisse von Absorberhallen mit Hybrid – und Hohlabsorbern. Hybridabsorber bestehen aus Ferritabsorbern mit angepassten Pyramidenabsorbern. Die typische Gesamtlänge dieser Absorber beträgt maximal ca. 80 cm. Hohlabsorber sind ca. 2,5 m lange Pyramidenabsorber und haben eine leitfähige Schicht auf einer stabilen Unterkonstruktion.

Die Bilder 4.3 bis 4.5 zeigen Messergebnisse von Hybrid – und Hohlabsorberhallen mit einem Messabstand von 10 m und einem gemessenen Volumen von 4 m. Bild 4.3 zeigt die Ergebnisse für den Set Up 1, 4.4 für den Set Up 2 und 4.5 für den Set Up 3.

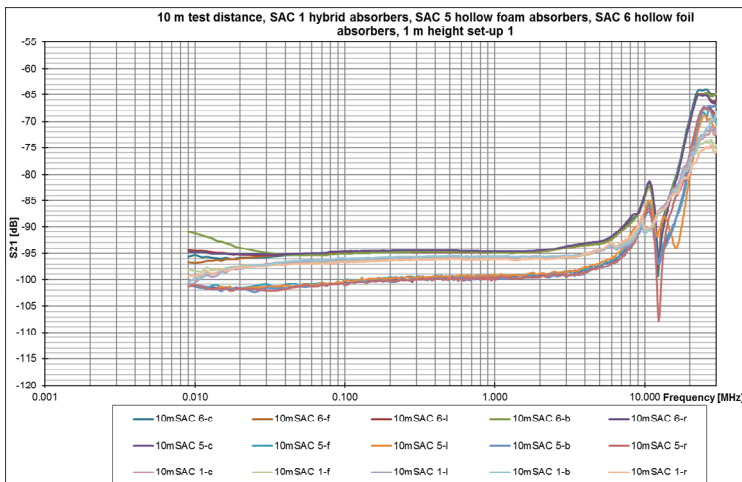


Bild 4.3: Messergebnisse Set Up 1 in Hybrid –und Hohlabsorberhallen mit einem Messabstand von 10 m.



Bild 4.3a: Messung nach Set Up 1 in einer Absorberhalle mit Hybridabsorbern

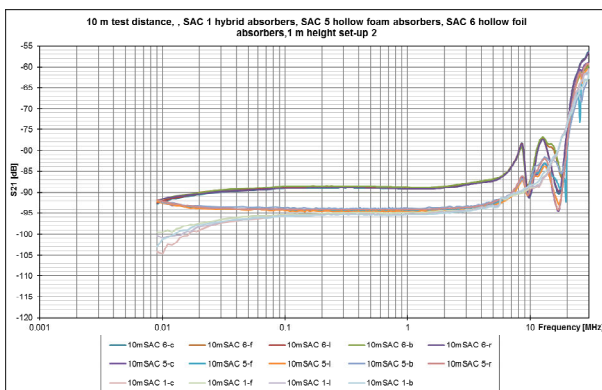


Bild 4.3: Messergebnisse Set Up 2 in Hybrid –und Hohlabsorberhallen mit einem Messabstand von 10 m.



Bild 4.4a: Messung nach Set Up 2 in einer Absorberhalle mit Hybridabsorbern

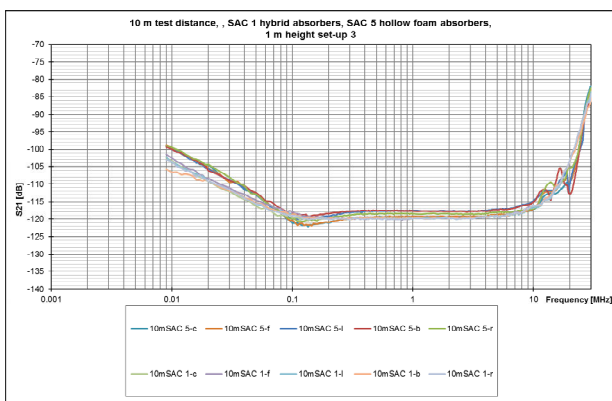


Bild 4.5: Messergebnisse Set Up 3 in Hybrid –und Hohlabsorberhallen mit einem Messabstand von 10 m.



Bild 4.5a: Messung nach Set Up 3 in einer Absorberhalle mit Hybridabsorbern

Messungen in Absorberhallen für 10 m Messabstand, Messentfernung 3 m:

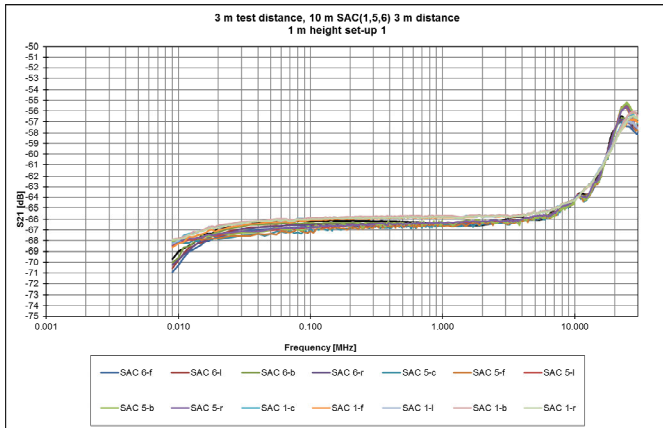


Bild 4.6: Messung nach Set Up 1 in einer Absorberhalle mit Hybrid- und Hohlabsorbern für 10 m Messabstand, Messungen in 3 m Messentfernung

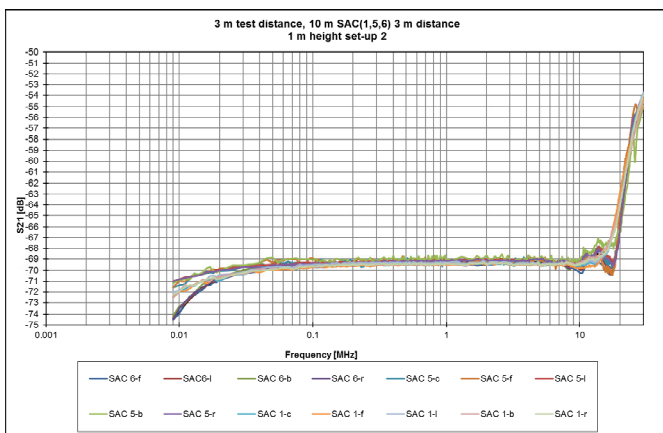


Bild 4.7: Messung nach Set Up 2 in einer Absorberhalle mit Hybrid- und Hohlabsorbern für 10 m Messabstand, Messungen in 3 m Messentfernung

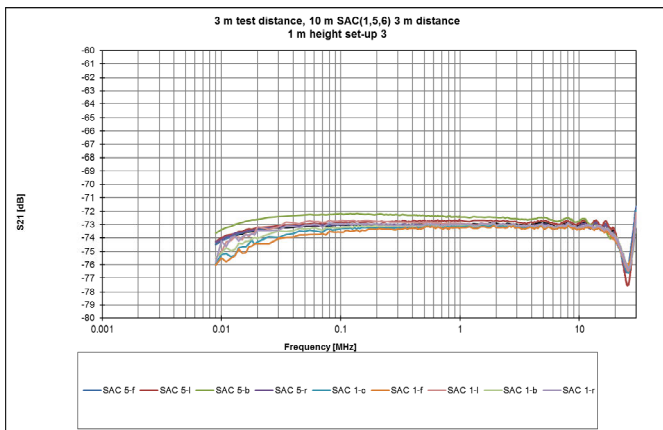


Bild 4.8: Messung nach Set Up 3 in einer Absorberhalle mit Hybrid- und Hohlabsorbern für 10 m Messabstand, Messungen in 3 m Messentfernung

Messungen in Hybridabsorberhallen für 3 m Messabstand:
 Die schwarze Linie ist der Durchschnitt der Messungen auf den beiden Freifeldern, die farbigen Linien sind die einzelnen Messpositionen in der Absorberhalle.

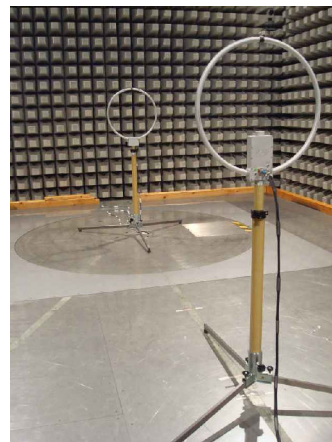
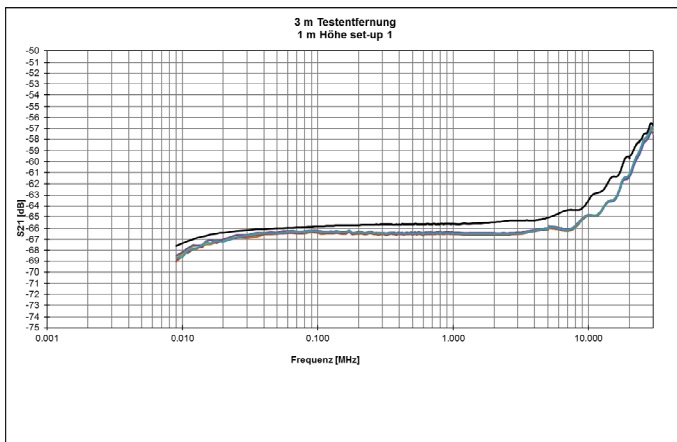


Bild 4.9

Bild 4.9a

Bild 4.9: Messung nach Set Up 1 in einer 3 m Absorberhalle mit Hybridabsorbern Messentfernung 3 m; Bild 4.9a: Photo des Messaufbaues nach Set Up 1

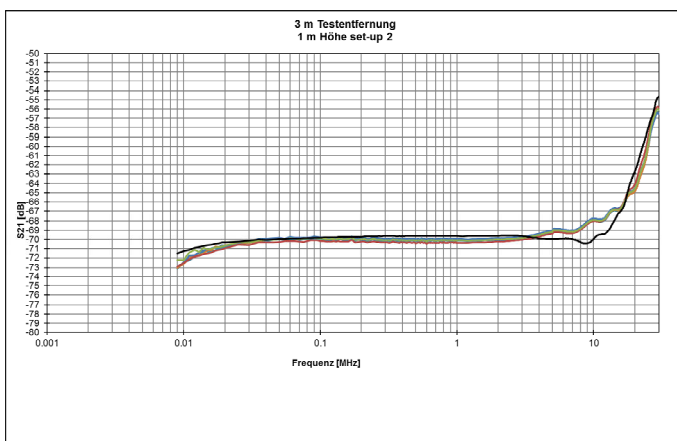


Bild 4.10

Bild 4.10a

Bild 4.10: Messung nach Set Up 2 in einer 3 m Absorberhalle mit Hybridabsorbern Messentfernung 3 m; Bild 4.10a: Photo des Messaufbaues nach Set Up 2

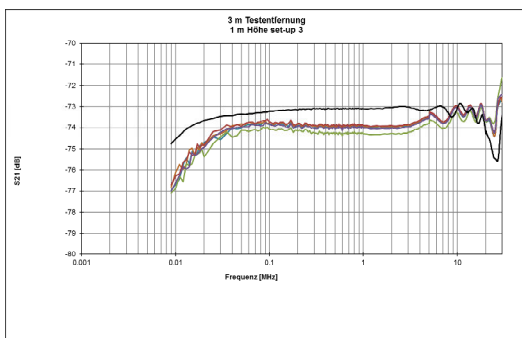


Bild 4.11

Bild 4.11a

Bild 4.11: Messung nach Set Up 3 in einer Absorberhalle mit Hybridabsorbern Messentfernung 3 m; Bild 4.11a: Photo des Messaufbaues nach Set Up 3

5. Zusammenfassung:

Nachdem CISPR entschieden hatte, für den Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz eine Validierungsprozedur für Messplätze in die CISPR 16-1-4 zu integrieren, hat das deutsche nationale Komitee beschlossen, nach einer im AHF ausgearbeiteten Messprozedur einen Ringvergleich innerhalb der deutschen Labore durchzuführen. Als Referenz wurden zuerst auf zwei Referenzfreifeldmessplätzen die Messungen durchgeführt und den beteiligten Laboren zur Verfügung gestellt. Nach Beendigung des Ringvergleiches wurde eine Auswertung durchgeführt und die Ergebnisse wurden in einem CISPR Artikel der Ad Hoc Gruppe der WG1 zur Verfügung gestellt. In der CISPR Ad Hoc Sitzung 2012 wurden die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert. Mittlerweile wurde auch ein Vorschlag für die Messprozedur zur Integration in die CISPR 16-1-4 erstellt und in der Ad Hoc Gruppe diskutiert. In der letzten CISPR Ad Hoc Sitzung wurde der Entwurf vorgestellt und vereinbart, einen Text für die Integration in den Standard zu erarbeiten. Die Validierung wird wie bei der Validierung der Messplätze von 30 bis 1000 MHz zwei Möglichkeiten enthalten. Bei der NSA Methode werden die Antennenfaktoren und die Funk Feld Dämpfung ermittelt und mit der Theorie verglichen, bei der Referenz Site Methode wird die Dämpfung auf einem Referenzgelände ermittelt und mit demselben Aufbau auf dem zu messenden Gelände die Funk Feld Dämpfung ermittelt. Die Differenz beider ergibt dann die Abweichung des Messgeländes. Es ist zu erwarten, dass alle 3 genannten Set Up's gemessen werden müssen, da bei der Messung der Prüflinge möglicherweise in allen drei Achsen gemessen wird und quadratisch addiert wird. Wenn alle zu klärenden Aufgaben in den Ad Hoc Gruppen der WG1 und WG2 geklärt sind, ist mit einem ersten CD zu rechnen.

6. Danksagung:

Die Bilder 2.1 -2.3 und die Loop Antennen für den RRT wurden freundlicherweise von der Fa. Schwarzbeck zur Verfügung gestellt. Das Bild 4.1 zeigt das Freifeldgelände von R&S und wurde freundlicherweise Weise zur Verfügung gestellt, das Bild 4.2 zeigt das Freifeldgelände von Seibersdorf Laboratories und wurde freundlicherweise Weise von Seibersdorf Laboratories zur Verfügung gestellt. Die Bilder 4.9a, 4.10a und 4.11a wurden freundlicherweise von der Fa. Sony zur Verfügung gestellt.

7. Literaturhinweise:

- ❑1 CISPR/1211A/RQ
- ❑2 CISPR/A/978/DC
- ❑3 CISPR/A/989A/INF
- ❑4 CISPR/A/WG1(Trautnitz/ Riedelsheimer) 12/ 01)