

Validierung von Messplätzen nach dem neuesten CISPR 25 CD

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

1. Einleitung

Im CISPR wurde vor einigen Jahren beschlossen, für die Erstellung einer Norm zur Validierung von Messplätzen für die CISPR 25 eine gemeinsame Arbeitsgruppe mit CISPR D und CISPR A zu gründen. Diese gemeinsame Arbeitsgruppe wurde vor einigen Jahren installiert. Parallel dazu wurde in Deutschland ein gemeinsamer Arbeitskreis zwischen dem UK 14 und UK 4 gegründet (April 2008). Ziel dieser Arbeitsgruppen ist es, für die CISPR 25 einen Standard für die Validierung von Absorberhallen mit integriertem Prüftisch zu entwickeln. Da dieser Prüftisch eine ground plane (metallische Auflage) besitzt, wird sich die Validierung dieser Anordnung stark von der normalen Absorberhallen Validierung unterscheiden. In den Arbeitskreisen wurde ein Entwurf erarbeitet. In diesem Beitrag wurden Messungen gemäß dem letzten Stand auf verschiedenen Messplätzen durchgeführt und verglichen. Es soll herausgearbeitet werden, wie die Kalibrierung des Messaufbaues und die verschiedenen Möglichkeiten der Erdung des Messtisches auf die Messergebnisse einwirken und welche Herausforderungen gelöst werden müssen.

2. Beschreibung der Messmethode

Diskutiert werden soll der Stand des letzten CISPR 25/Ed4/CD CISPR/D/400/CD. In diesem CD ist die vorgeschlagene Hallenvalidierungsmethode im Annex enthalten. Der Frequenzbereich dieses Normenentwurfes wird unterteilt in den Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz und von 30 bis 1000 MHz. Der Frequenzbereich oberhalb 1 GHz wurde im Moment ausgespart. Im Normenentwurf sind derzeit zwei unterschiedliche Validierungsverfahren angegeben. Das erste Verfahren beschreibt die sogenannte Referenz Mess Methode (RMM). Im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz wird als Sendeantenne eine höchstens 50 cm lange Monopolantenne verwendet, als Empfangsantenne ein 1 m langer aktiver Monopol. Im Frequenzbereich von 30 bis 1000 MHz wird als Sendeantenne eine kleine bikonische Antenne und als Empfangsantenne eine bikonische und eine log per Antenne eingesetzt. Beim 2. Verfahren, der Long Wire Methode (Langdrahtmethode, LWM), wird als Sendeantenne für den gesamten Frequenzbereich eine sogenannte Langdrahtantenne verwendet. Im Normenentwurf ist eine Bauvorschrift für die Langdrahtantenne angegeben. Als Empfangsantennen werden dieselben Antennen wie bei der RMM eingesetzt. Die Messungen wurden nach einem Vorläufer des jetzigen CISPR/D/400/CD durchgeführt. Dieser CISPR/D/391/CD ist aber gleich dem im CISPR/D/400/CD beschriebenen Hallenvalidierungsverfahren.

3. Messungen und Messergebnisse

Die Validierungsverfahren wurden in einer Absorberhalle mit 10 m Messabstand und in einer kompakten „CISPR 25“ Absorberhalle durchgeführt. Beide Absorberhallen sind mit einer leitenden ground plane am Boden und Hybridabsorbern (Kombination aus Ferrit – und Pyramidenabsorbern) an Seitenwänden und Decke ausgerüstet. Die 10 m Absorberhalle erfüllt die Anforderungen nach der CISPR 16-1-4 in 10 m Messabstand. Bei der RMM Methode werden die Antennen auf einem geeigneten Messplatz (Freifeld oder Absorberhalle etc.) kalibriert. Im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz wird die gesamte Anordnung, Sendemonopol, aktiver Empfangsmonopol und Verbindung ground plane vom Sendemonopol zum Empfangsmonopol auf dem Boden des Kalibrierfeldes in 3 Positionen kalibriert. Wird diese Anordnung auf dem Messplatz auf ca. 90 cm angehoben, so wie es in dem Normenentwurf beschrieben ist, wird sich auch der Kalibrierfaktor verändern. Das wird aber nicht berücksichtigt. Im Frequenzbereich von 30 – 1000 MHz schreibt die Norm eine Anbindung des Messtisches mit nur einem Erdungsband zum Boden vor. Wird ein Messplatz mit diesem Aufbau und dieser Kalibrierung validiert, können durch systematische Abweichungen (begründet durch die Kalibrierung) große Abweichungen entstehen, da der Tisch normalerweise mit mindestens 4 Erdungsbänder entweder am Boden oder direkt hinter dem Tisch an der Wand geerdet ist. Bei diesen Messungen wurden verschiedene Arten der Tischerdung gemessen und verglichen.

Wie sich aus den Ergebnissen deutlich zeigt, enthalten die in der Norm vorgeschlagenen Messverfahren unterschiedliche Messgenauigkeiten. Insbesondere die Tischerdung führt zu erheblichen Unterschieden, die bei der Auswertung bzw. Kalibrierung berücksichtigt werden sollten. Während bei der LWM die Messunsicherheiten primär durch das Simulationsmodell und die jeweilige Tischerdung bestimmt werden, liegen die Probleme bei der RMM in der erforderlichen Kalibrierung des Antennenaufbaues und der Tischerdung.

3.1 Kalibrierung im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz

Die Kalibrierung der Messanordnung für RMM wurde in einer Absorberhalle durchgeführt. Drei Messungen wurden mit dem vorgeschriebenen Messaufbau auf dem Boden mittig der Absorberhalle gemacht. Der Unterschied zwischen den drei Messungen ist kleiner als 0,3 dB (siehe Bild 3.1.1). Somit kann diese Kalibrierung zur Validierung von CISPR 25 Messplätzen verwendet werden. Als Empfangsantennen wurde der aktive Monopol VAMP 9243 und als Sendeantenne wurde der Monopol VPMP verwendet.

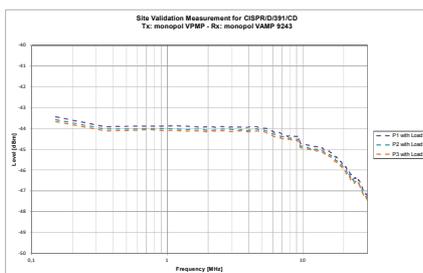


Bild 3.1.1: Kalibrierung Monopol Anordnung für RMM in einer Absorberhalle

Bild 3.3.1a: Monopolanordnung in einer Absorberhalle

Für die Messung mit der Langdrahtantenne wurden als Referenzdaten die Simulationsdaten des CDs verwendet.
 Als Messtisch wurde der Referenztisch mit einer Größe von 2,5*1 m verwendet. Der Tisch wurde mit Erdungsbändern auf der ground plane geerdet.

3.2 Messergebnisse im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz

Referenzmethode mit Antennen (RMM):

Das Bild 3.2.1 zeigt die Messergebnisse im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz mit der Erdung des Messtisches auf der ground plane. Die Erdung wurde mit 4 Erdungsbändern ausgeführt. Die Messkurven zeigen Messergebnisse in Hallenmitte (blau) und nahe an der Seitenwand (rot) der 10 m Absorberhalle und eine Messung in einer typischen ALSE (grün) für CISPR 25 Messungen.

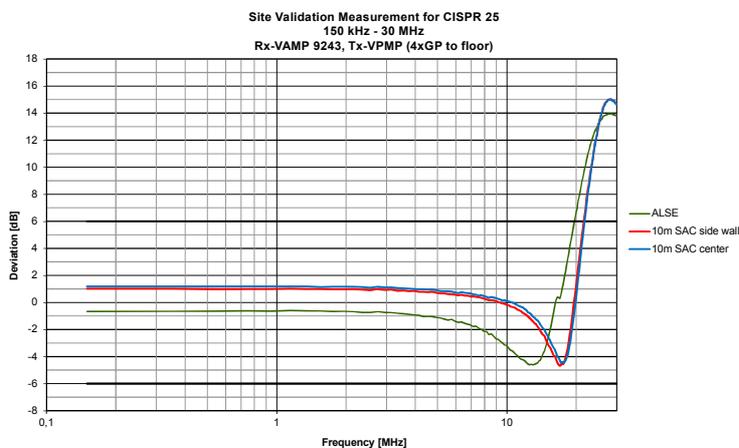


Bild 3.2.1: Messung nach RMM in einer 10 m Absorberhalle mittig (blau), nahe der Seitenwand (rot) und ALSE (grün) bezogen auf die Referenz gemessen am Boden der 10 m Absorberhalle



Bild 3.2.1a



Bild 3.2.1b

Bilder 3.2.1 a und b: Messanordnung RMM mit Monopolen in einer 10 m Absorberhalle (mittige Anordnung in der Absorberhalle) und einer ALSE

Messanordnung mit einer Langdrahtantenne (LWM):

Das Bild 3.2.2 zeigt Messergebnisse nach der LWM in einer 10 m Absorberhalle mittig (blau) und nahe an der Seitenwand (rot) und einer Alse (grün). Die Erdung erfolgt mit vier Erdungsbändern am Boden.

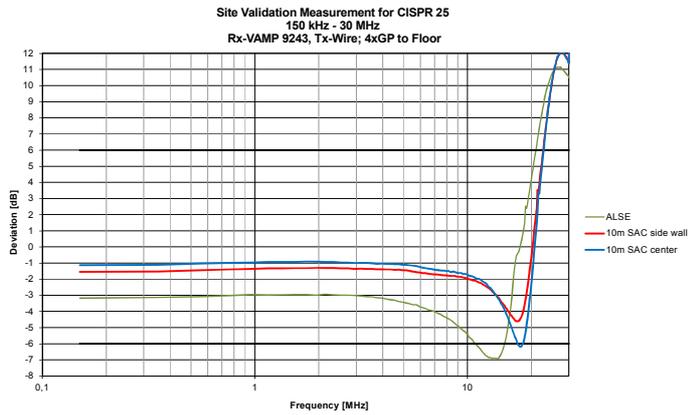


Bild 3.2.2: Messergebnisse nach der LWM in einer 10 m Absorberhalle rote Kurve nahe der Seitenwand (Bild 3.2.2a), blaue Kurve in der Mitte der Absorberhalle und grüne Kurve ALSE Bild 3.2.2.b)



Bild 3.2.2a

Bild 3.2.2b

Die Bilder 3.2.2 a und b: Messung nach der LWM in einer Absorberhalle nahe an einer Seitenwand 3.2.2 a und in einer ALSE 3.2.2b. Der Messtisch ist mit vier Erdungsbändern am Boden geerdet.

Die Bilder 3.2.3 und 3.2.4 zeigen Messergebnisse nach RMM und LWM. Die Erdung des Standardmesstisches erfolgt mit vier Erdungsbändern nach hinten an die Wand.

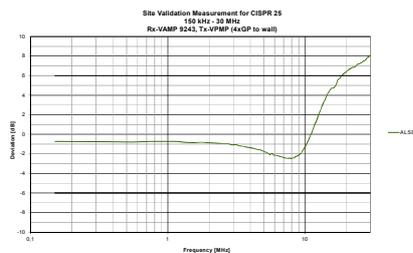


Bild 3.2.3: Messung RMM in einer ALSE Bild 3.2.3a: RMM Messanordnung in einer ALSE

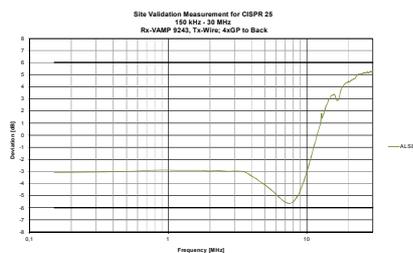


Bild 3.2.4: Messung LWM in einer ALSE Bild 3.2.4a: LWM Messanordnung in einer ALSE, Erdung des Messtisches nach hinten an der Wand

3.3 Kalibrierungen im Frequenzbereich von 30 bis 1000 MHz

Im Frequenzbereich von 30 ... 1000 MHz wurden Kalibrierungen mit drei verschiedenen Messtischanbindungen durchgeführt. Der Messtisch wurde mit vier, einem und keinem Erdungsband zum Boden kalibriert. Die Ergebnisse sind in den Bildern 3.3.1 und 3.3.2 dargestellt.

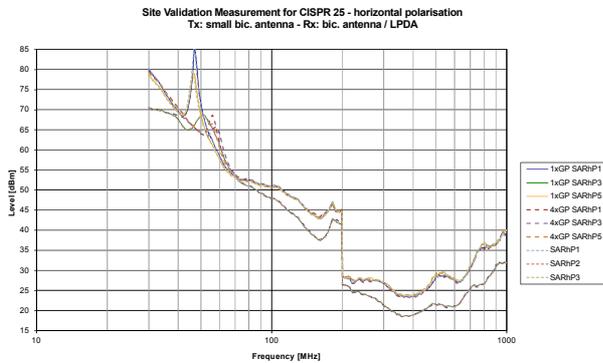


Bild 3.3.1: RMM Kalibrierung horizontale Polarisation mit vier Erdungsbandern zum Boden glatte Kurven, ein Erdungsband zum Boden gestrichelte Kurven, kein Erdungsband gepunktete Kurven

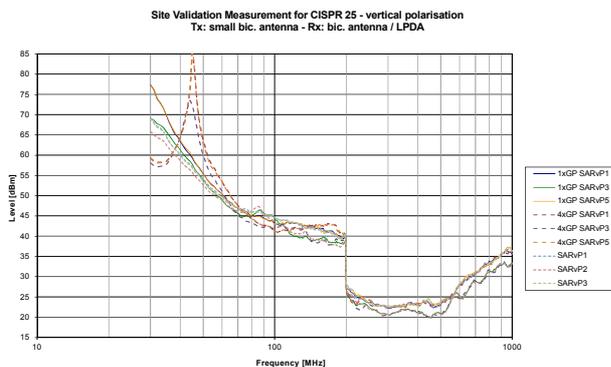


Bild 3.3.2: RMM Kalibrierung vertikale Polarisation mit vier Erdungsbandern zum Boden glatte Kurven, ein Erdungsband zum Boden gestrichelte Kurven, kein Erdungsband gepunktete Kurven



Bild 3.3.2a

Bild 3.3.2b

Bild 3.3.2c

Bilder 3.3.2 a-c: a 4 Erdungsbandern zum Boden, b ein Erdungsband zum Boden, c kein Erdungsband

3.4 Messergebnisse im Frequenzbereich von 30 bis 1000 MHz

Unter Bezugnahme der Kalibrierungen wurde eine ALSE vermessen. Die Messungen wurden mit unterschiedlichen Erdungen des Messtisches durchgeführt. Erdung Tisch mit vier Erdungsbandern zum Boden, Kalibrierung Tisch mit einem Erdungsband:

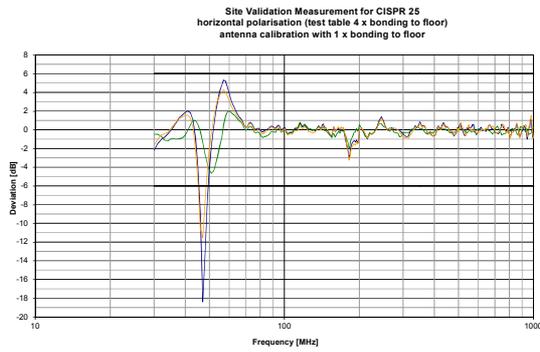


Bild 3.3.1 a horizontale Polarisation

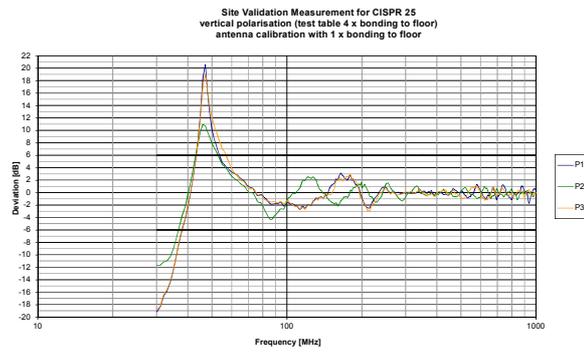


Bild 3.3.1 b vertikale Polarisation

Die Bilder 3.3.1 a und b zeigen die Messergebnisse der RMM in einer ALSE Tischanbindung mit vier Erdungsbändern. Die Ergebnisse werden auf die Kalibrierung mit einem Erdungsband bezogen.

Erdung Tisch mit vier Erdungsbändern, Kalibrierung Tisch mit vier Erdungsbändern:

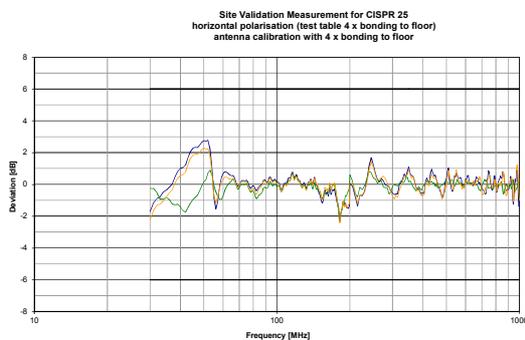


Bild 3.3.2.a horizontale Polarisation

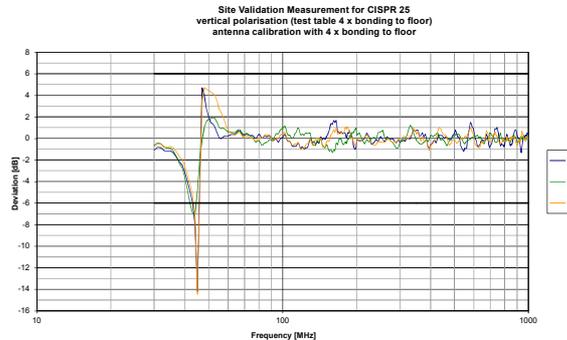


Bild 3.3.2.b vertikale Polarisation

Die Bilder 3.3.2 a und b zeigen die Messergebnisse der RMM in einer ALSE Tischanbindung mit vier Erdungsbändern. Die Ergebnisse werden auf die Kalibrierung mit vier Erdungsbändern bezogen.

Erdung Tisch mit vier Erdungsbändern, Kalibrierung Tisch ohne Erdungsband:

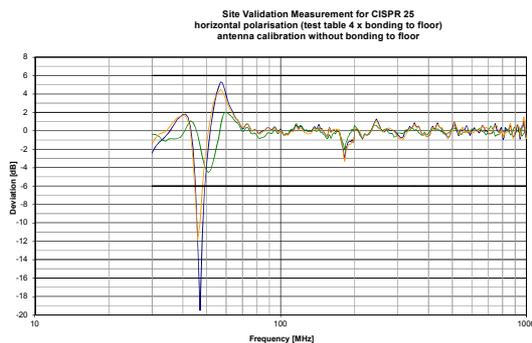


Bild 3.3.3.a horizontale Polarisation

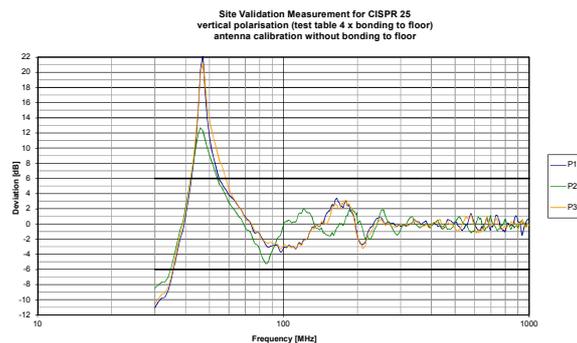


Bild 3.3.3.b vertikale Polarisation

Die Bilder 3.3.3 a und b zeigen die Messergebnisse der RMM in einer ALSE Tischanbindung mit vier Erdungsbändern. Die Ergebnisse werden auf die Kalibrierung ohne Erdungsband bezogen.

Messergebnisse LWM einer ALSE, Messtisch mit vier Erdungsbändern zum Boden:

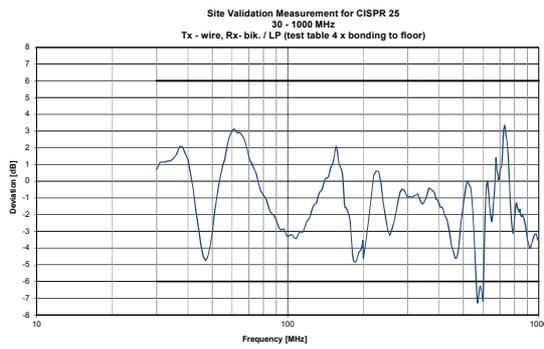


Bild 3.3.4: Messung LWM in einer ALSE, Messtisch mit vier Erdungsbändern zum Boden

Erdung Tisch mit vier Erdungsbändern zur Wand, Kalibrierung Tisch mit einem Erdungsband zum Boden:

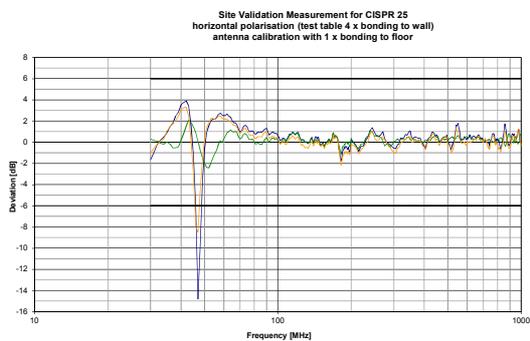


Bild 3.3.5a horizontale Polarisation

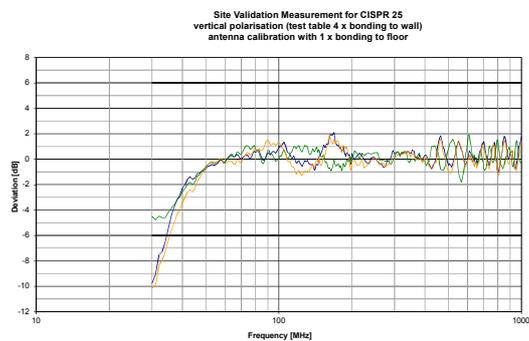


Bild 3.3.5b vertikale Polarisation

Die Bilder 3.3.5 a und b zeigen die Messergebnisse der RMM in einer ALSE Tischanbindung mit vier Erdungsbändern zur Wand. Die Ergebnisse werden auf die Kalibrierung mit einem Erdungsband zum Boden bezogen.

Erdung Tisch mit vier Erdungsbändern zur Wand, Kalibrierung Tisch ohne Erdungsband zum Boden:

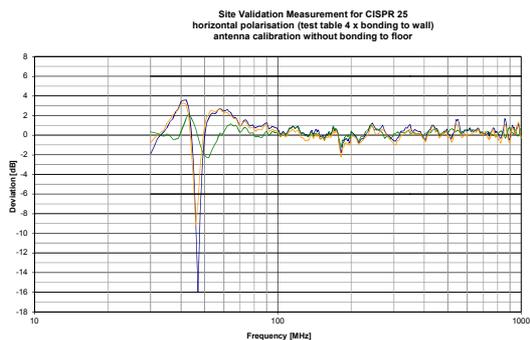


Bild 3.3.6a horizontale Polarisation

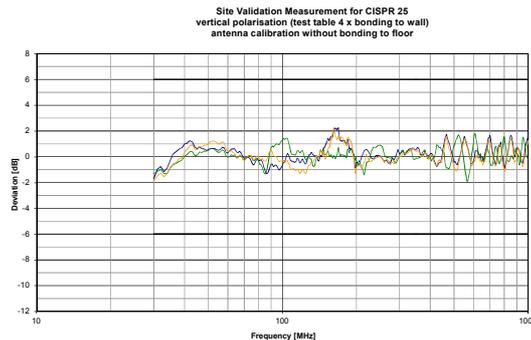


Bild 3.3.6b vertikale Polarisation

Die Bilder 3.3.6 a und b zeigen die Messergebnisse der RMM in einer ALSE Tischanbindung mit vier Erdungsbändern zur Wand. Die Ergebnisse werden auf die Kalibrierung ohne Erdungsband zum Boden bezogen.

Messergebnisse LWM einer ALSE, Messtisch mit vier Erdungsbändern zur Wand:

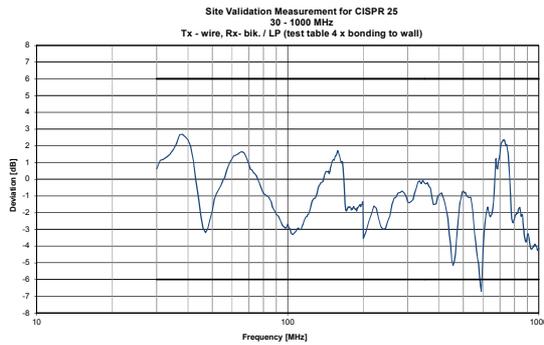


Bild 3.3.4: Messung LWM in einer ALSE, Messtisch mit vier Erdungsbändern zur Wand

4. Diskussion und Folgerungen

Frequenzbereich 150 kHz ... 30 MHz:

RMM:

Es sollte geklärt werden, warum der Messaufbau während der Kalibrierung auf dem Boden liegt und später bei der Messung auf 90 cm angehoben wird. Die Kalibrierung sollte ebenfalls in 90 cm durchgeführt werden.

LWM:

Die Simulationsdaten mit der Erdung zum Boden scheinen nicht mit den Messungen zu harmonieren. Es sollte geklärt werden, wie mit diesen Unterschieden umgegangen wird.

Frequenzbereich von 30 ... 1000 MHz

RMM:

Große Abweichungen werden für die unterschiedlichen Erdungsanbindungen beobachtet. (vier Erdungsbänder, ein Erdungsband, ohne Erdung zum Boden)

Das Validierungskriterium kann nur erfüllt werden, wenn die geeigneten Kalibrierungsdaten derselben Erdung verwendet werden. Somit scheint die vorgeschlagene Kalibrierung mit einem Erdungsband zum Boden nicht für die Kalibrierung des späteren Messaufbaus geeignet zu sein.

5. Literaturhinweise

- 1 CISPR D 400e CD, CISPR 25 f1 Ed. 4.0 and CISPR 25 f2 Ed.4.0*
- 2 CISPR/A/JWG D-SITE -VAL/N001/2012 Trautnitz/ Riedelsheimer Joint Task Force between CISPR/A and CISPR/D – Chamber validation methods Draft Annex – ALSE Validation 30 MHz – 1 GHz
- 3 CISPR/Á/JWG D-SITE -VAL/N002/2012 Trautnitz/ Riedelsheimer Joint Task Force between CISPR/A and CISPR/D – Chamber validation methods Draft Annex – ALSE Validation 150 kHz – 30 MHz
- 4 CISPR D 391 CD, CISPR D 400 CD