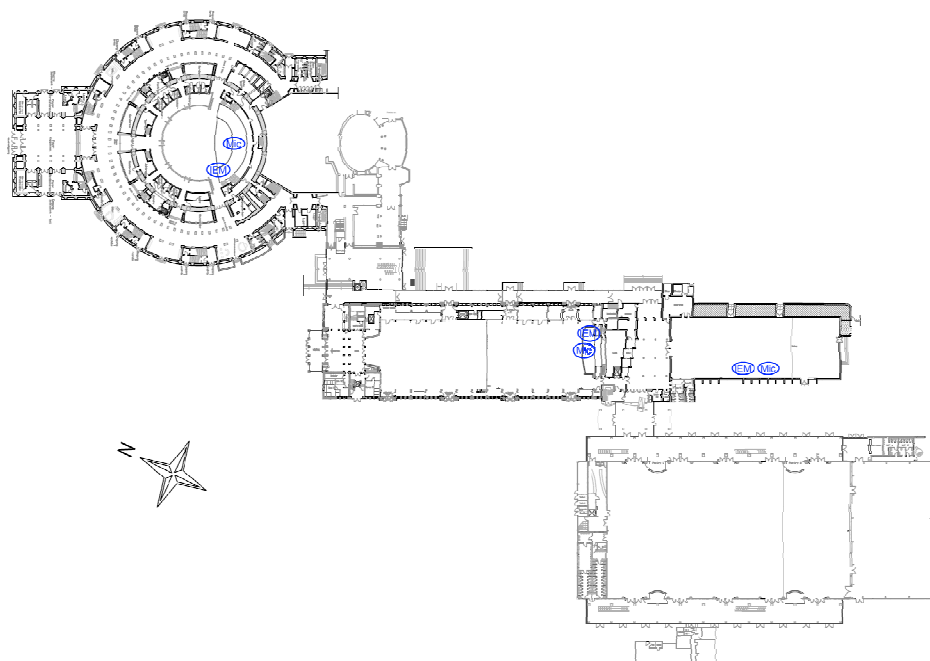


Eine erste Messung der indoor- und outdoor- Ausbreitung von PWMS, die im Rahmen von Konferenzinstallationen L-Band-Frequenzen auf sekundärer Basis nutzen könnten

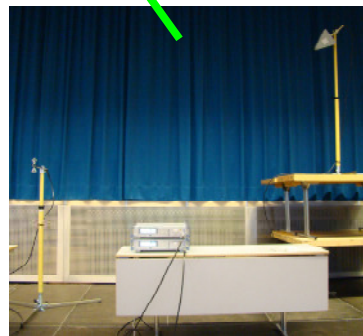
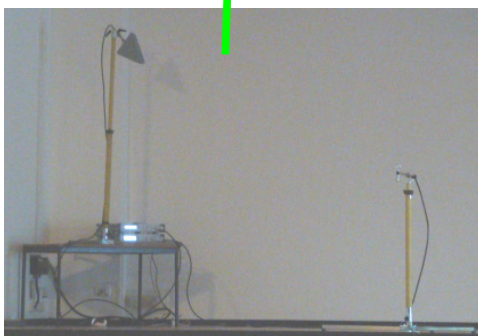
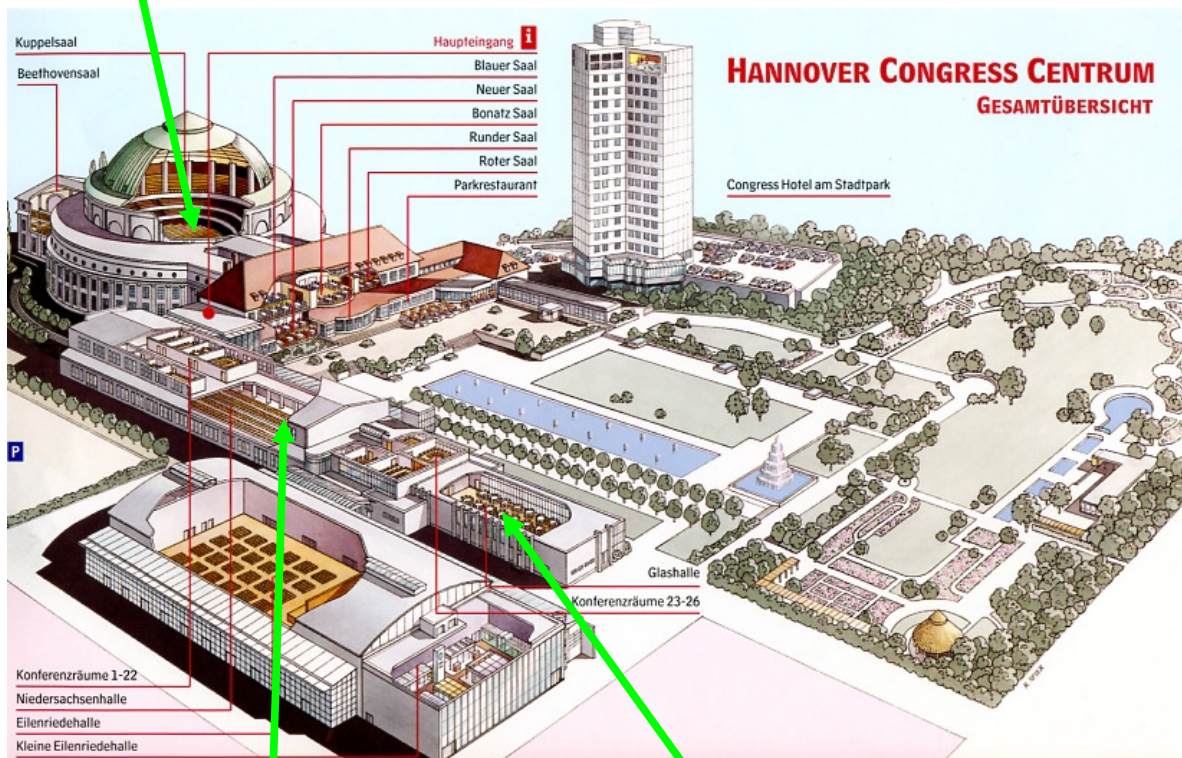
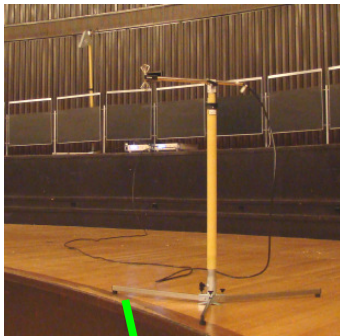


Hannover am 04. Februar 2008

Lage der Mikrofon- und IEM-Testinstallation:

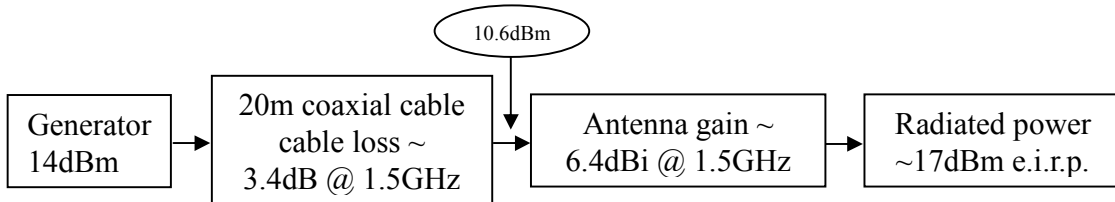
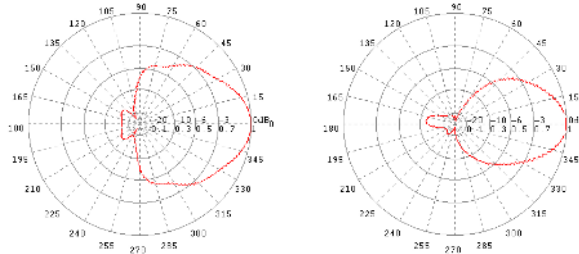
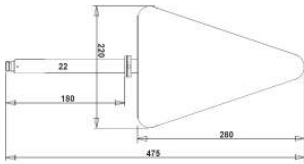


Mikrofon und IEM-Aufbau in Kuppelsaal, Niedersachsenhalle und Glashalle:



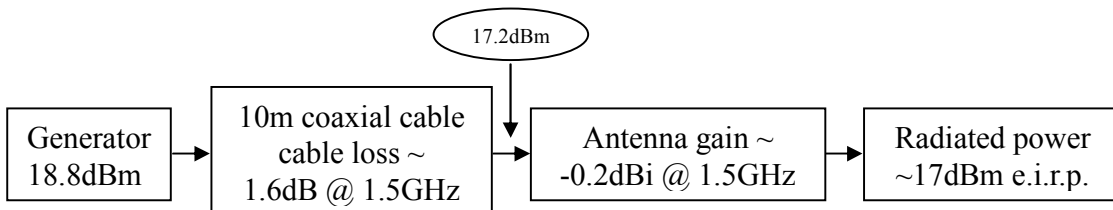
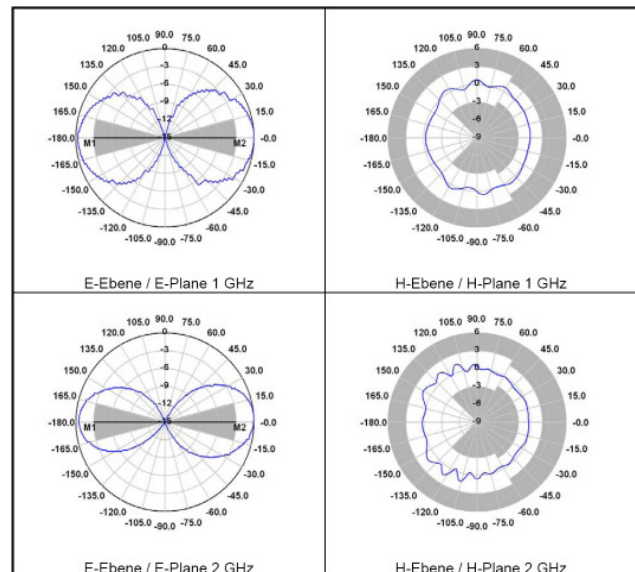
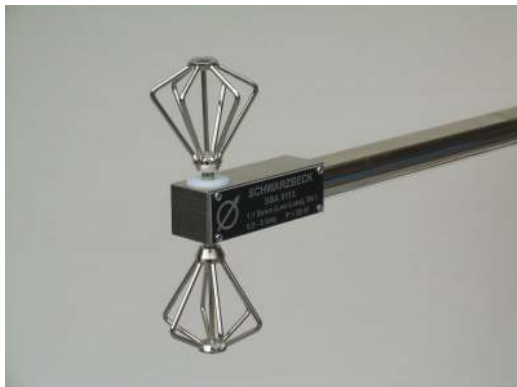
Der IEM-Sender wird nachgebildet durch:

- Messgenerator SML02
- 20m Antennenkabel ECOFLEX 10
- Richt-Antenne ESLP 9145 auf Glasfiebermast (vertikale Polarisation, ca. 45° Neigung)



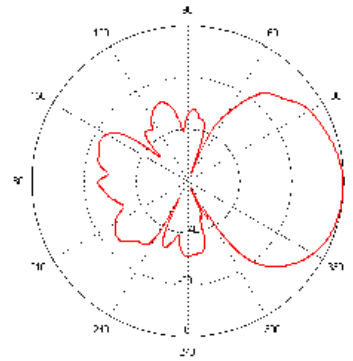
Der Mikrofonsender wird nachgebildet durch:

- Messgenerator SML02
- 10m Antennenkabel ECOFLEX 10
- Dipol-Antenne SBA 9113 auf Glasfiebermast (vertikale Polarisation)



Aufbau in oberer Hoteletage:

- Spektrumanalysator FSQ03
- Notebook mit Messsoftware „UHF Recorder“ mit L-Band-Option (DKE-AK731.0.8)
- L-Band-Antenne LAT54 auf Mikrofon-Stativ (Richtung Glashalle)



LAT54 bei 1500 MHz



Messantenne im oberen Hotelbereich

Mobiler Messaufbau:

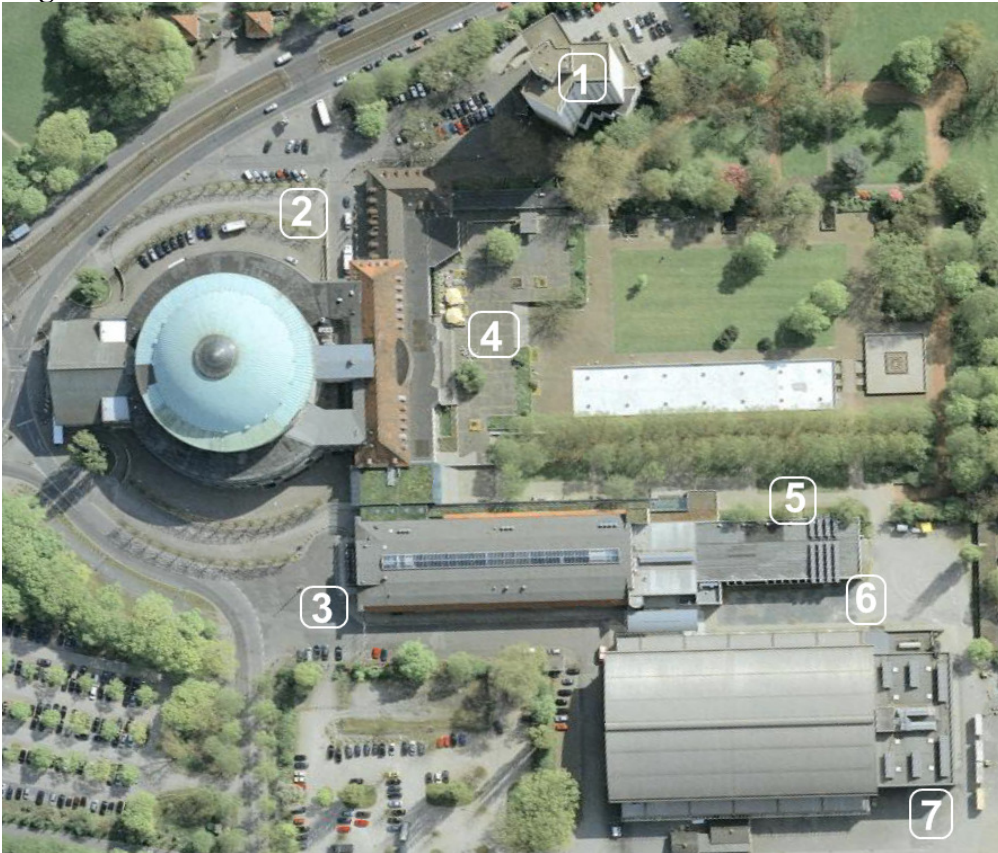
- Netzwerk- und Spektrumanalysator ZVL06
- Notebook mit Messsoftware „UHF Recorder“ mit L-Band-Option (DKE-AK731.0.8)
- Rundstrahlende Groundplane-Antenne mit Seitenarm
- Mobile Batterie und DC/DC-Wandler



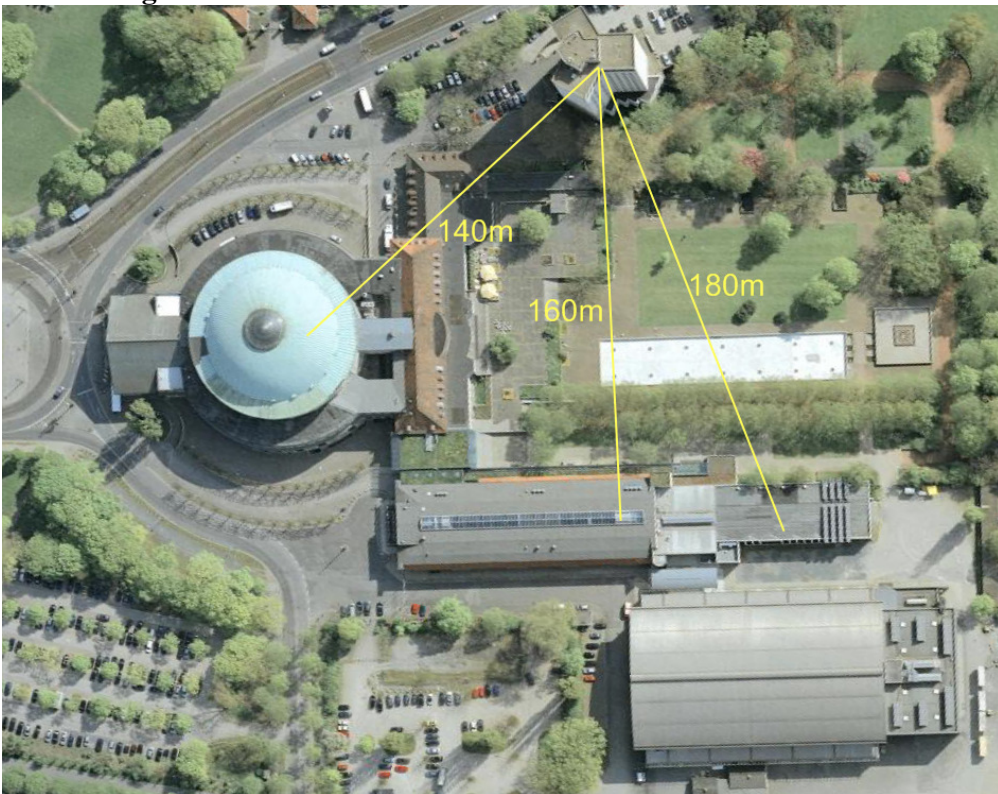
Mobile Messstation vor Glashalle



Lage der Boden-Messstandorte:



Entfernungen zur Hotelmessstation:



Prinzipielle Vorgehensweise bei der Messung der Empfangspegel:

1. Hotelstandort

Die Richtantenne ist auf die Glashalle gerichtet. Der hier gemessene Pegel repräsentiert exemplarisch den maximalen Störpegel einer Richtfunkstrecke in ungestörter Hauptstrahlrichtung induziert durch PWMS, die in Gebäuden mit hohem Glasflächenanteil ohne metallische Thermobeschichtung bei 180m Entfernung und gleicher Antennenpolarisation entsteht. Die Messungen erfolgen kontinuierlich über den gesamten Messzeitraum. Den Messdaten werden jeweils die, auf die einzelnen Sendestandorte bezogenen, Maximalpegel entnommen und in die Ergebnistabelle übertragen.

2. Mobile Messstandorte (indoor und outdoor)

Die Messsonde wird durch Schwenken des Antennenarms im lokalen Feldstärkemaximum positioniert und der Messwert in die Ergebnistabellen übertragen.

Messergebnisse der Mikrofon- und IEM-Sender:

Sender-standort \ Mess-standort	Maximaler Empfangspegel [dBm]													
	1		2		3		4		5		6		7	
	f1	f2	f1	f2	f1	f2	f1	f2	f1	f2	f1	f2	f1	f2
Kuppelsaal	n/a.	n/a.	-80	-100	-87	-92	n/a	-101	n/a	n/a	n/a.	-105	n/a	-105
Glashalle	-86	-78	n/a	n/a.	-95	-105	-76	-88	-63	-63	-70	-67	-105	-105
Niedersachsenhalle	-90	-98	n/a	-103	-88	-90	-91	-106	-106	-107	-94	-104	-111	-106

n/a = Not applicable, d. h. Messergebnis unter dem minimalen auswertbaren Messgerätepegel

f1, f2 = Messfrequenzen 1485 / 1515 MHz

Gewinn der Messantennen = 10dBi am Hotelstandort / 0dBi an mobilen Standorten

Schätzung der Gebäudedämpfung:

Streckenverlauf	Streckenlänge	Pegel ermittelt mit Freiraumformel	Mikrofonpegel gemessen	Hausdämpfung
Hotel-Glashalle	180 m	-75 dBm ^{*1}	-86 dBm	11 dB
Hotel-Niedersachsenhalle	160 m	-74 dBm ^{*1}	-90 dBm	16 dB
Kuppelsaal-Messpunkt3	89 m	-61 dBm	-88 dBm	27 dB

*1 Gewinn der Hotel-Messantenne berücksichtigt (LAT54 ~7dB@1500MHz)

Schätzung der zusätzlichen Streckendämpfung durch städtische Bebauung:

Streckenverlauf	Streckenlänge	Pegel ermittelt mit Freiraumformel	Mikrofonpegel gemessen	Zusatzdämpfung
Niedersachsenhalle-Messpunkt7	145 m	-66 dBm	-111 dBm	45 dB
Glashalle-Messpunkt3	145 m	-66 dBm	-95 dBm	29 dB
Glashalle-Messpunkt7	99 m	-62 dBm	-105 dBm	43 dB

Zusammenfassung:

In diesem Report wird anhand exemplarischer Messungen die Feldstärkefortpflanzung von PWMS am Beispiel von drahtlosen Mikrofonen und IEM-Sendern, die im Rahmen von Konferenzinstallationen im L-Band betrieben werden könnten, dargestellt.

Da es sich um eine erstmalig praktizierte Messung im typischen Konferenzumfeld handelt, müssen die erzielten Resultate vor einer generellen Bewertung durch weitere Messungen, z. B. im Theater- oder Rundfunkumfeld, verifiziert werden.

Unter dem Eindruck der gemessenen Feldstärkeentwicklung kann ansatzweise vermutet werden, dass im urbanen Umfeld mit typisch dichter Bebauung und unter Einbeziehung eines geeigneten Schutzabstands und eine Wiederverwendung von terrestrisch vergebenen Frequenzen sogar als sekundäre Gleichkanalbelegung durch indoor betriebene PWMS (z. B. drahtlose Mikrofone und IEM-Sender) und ohne Beeinträchtigung der primären Frequenzzuweisung vorstellbar ist.

Eine Nachbarkanalbelegung auf der Grundlage sorgfältig abgestimmter Frequenzzuweisung (z. B. die langjährige Frequenzteilung im UHF-Bereich) stellt sich bereits heute als eher unkritisch dar.

Matthias Fehr

Vorsitzender des DKE-Arbeitskreises 731.0.8

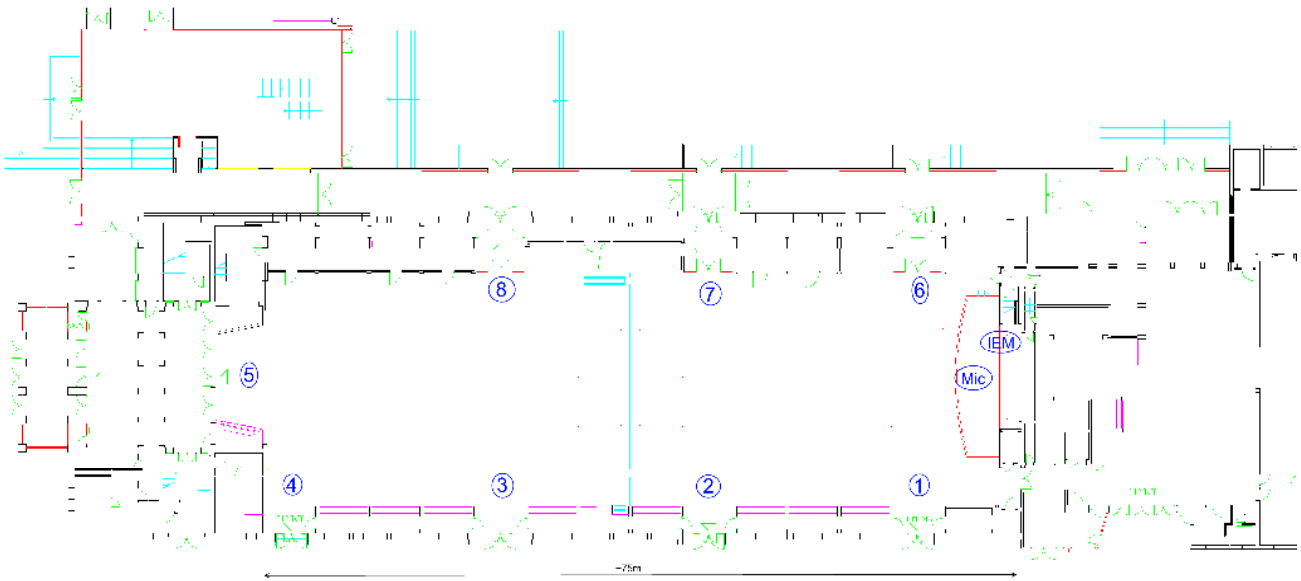
„Professionelle Mikrofon Systeme“ im DIN und VDE

Anhang 1

Information zur voraussichtlichen indoor Feldstärkeverteilung:

Im Rahmen der Messungen wurden zusätzliche Messwerte in der leeren Niedersachsenhalle aufgezeichnet. Ziel war eine erste Information über die maximal zu erwartende indoor Feldstärke. Diese Messwerte berücksichtigen nicht die Beeinflussung der durch Reflexionen generierten Feldstärkelöcher und sind daher nur von informativen Charakter.

Lage der Messpunkte in der Niedersachsenhalle:



Messergebnisse der maximal zu erwartenden Feldstärke in leerer Niedersachsenhalle:

Nr.	Messstandorte	Maximalpegel in dBm erzeugt von der Signalquelle	
		Mikrofon-Nachbildung, f1	IEM-Nachbildung, f2
1	1. Tür vorne links (Sicht von Bühne)	-43	-54
2	2. Tür vorne links (Sicht von Bühne)	-50	-49
3	3. Tür vorne links (Sicht von Bühne)	-63	-66
4	4. Tür vorne links (Sicht auf Bühne)	-70	-70
5	Haupteingang (Mitte Hallenende)	-60	-73
6	1. Tür vorne recht (Sicht von Bühne)	-48	-55
7	2. Tür vorne recht (Sicht von Bühne)	-49	-56
8	3. Tür vorne recht (Sicht von Bühne)	-63	-70

f1, f2 = Messfrequenzen 1485 / 1515 MHz

Gewinn der Messantennen = 0dBi an den indoor Messpunkten