

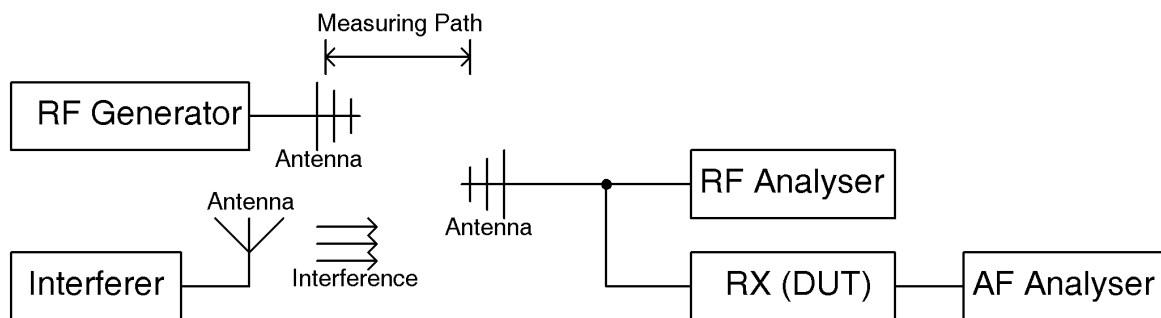
Bericht zu einer vorbereitenden LTE-Messung, gemeinsam mit Vodafone und Huawei Düsseldorf am 15. Dezember 2009

1. Zielstellung der Aktivität des Arbeitskreises

- Messungen/Messaufbau von LTE-Pilotversuchen vorbereiten
- Soweit möglich
 - Messdaten zum LTE-Spektrum sammeln und
 - den Störeinfluss auf drahtlose Mikrofonstrecken testen

2. Informationen über die Messmethodik und -technik

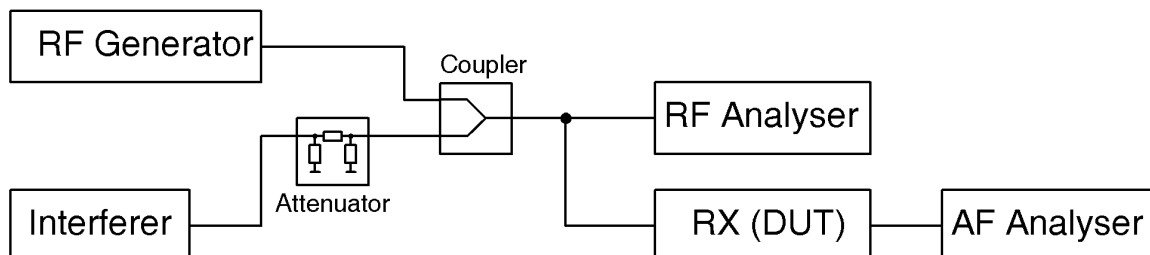
Messaufbau der Freifeldmessmethode



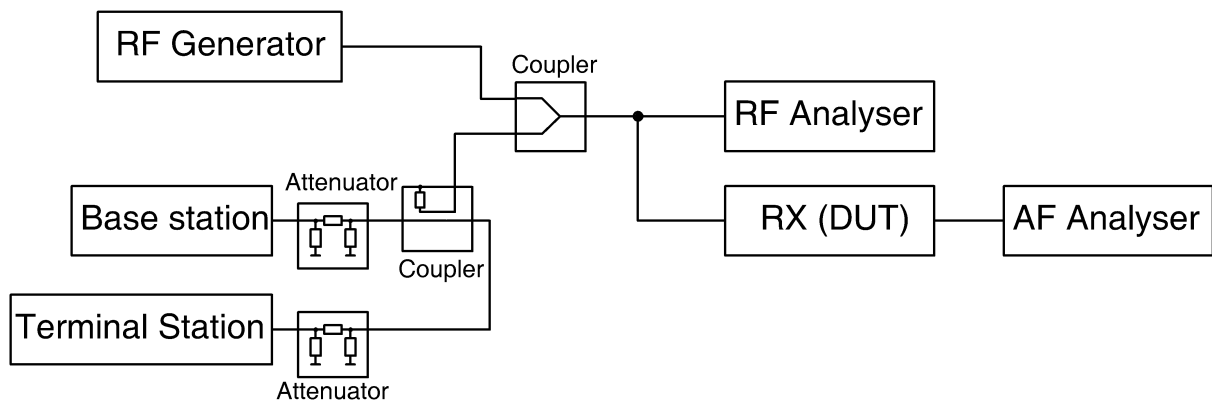
Diese Messung wurde im vorbereitenden Laborversuch nicht durchgeführt.

Prinzipieller Messaufbau der gekoppelten Messmethode

Vergleichbarer Aufbau wie bei der Freifeldmessmethode. Die Freifeldstrecke wird durch Antennenkoppler und Dämpfungsglieder nachgebildet. Der „RF Generator“ bildet den drahtlosen Mikrofonseiner nach:



Messaufbau der gekoppelten Messmethode (Basisstation u. Terminal)



Das LTE-Terminalgerät und die LTE-Basisstation werden über Kabel verbunden. In diese Kabelverbindung werden Dämpfungsglieder zur Nachbildung der Antennenentkopplung und ein Koppler zum Auskoppeln der Störgröße eingefügt.

Prinzipielle Messmethode

- Ein mit 1 kHz modulierter Messgenerator simuliert einen drahtlosen Mikrofonsender und speist eine Antenne (Freifeldmessung) bzw. einen Zweig eines Antennenkopplers (Labormessung) und simuliert somit ein drahtloses Mikrofon.
- Ein Mikrofonempfänger, angeschlossen an eine weitere Antenne/Ausgang des Antennenkopplers, wird auf derselben Frequenz betrieben. Die NF wird an ein SINAD-Messgerät geleitet. Der Abstand der Messantennen zueinander beträgt ca. 6m. In der Labormessung wird das Freifeld durch Dämpfungsglieder nachgebildet.
- Der Pegel des Messsenders wird so eingestellt, dass sich ohne Störsignal ein SINAD von 20 dB ergibt. Messgeneratorpegel und –Frequenz sind in das Messprotokoll einzutragen.
- Jetzt wird der Störer eingeschaltet (direkter Einstrahlung in das Freifeldsignal/anderer Zweig des Antennenkopplers) bzw. mit der Messender- und der Empfängerfrequenz auf die Störfrequenz (Pilot-Aussendung) gewechselt. Dadurch wird sich der SINAD verschlechtern bzw. das angehörte Rauschen deutlich zunehmen.
- Durch Verändern des Messgeneratorpegels wird wieder ein SINAD von 20 dB eingestellt. Danach sind Messgeneratorpegel und –Frequenz in das Messprotokoll einzutragen.
- Diese Messung ist auf mehreren Frequenzen unterhalb, innerhalb und oberhalb der Störfrequenz zu wiederholen.

Die graphische Darstellung des Generatorpegels über die Messfrequenz zeigt das Störspektrum und die Auswirkung auf den Mikrofonempfänger an.

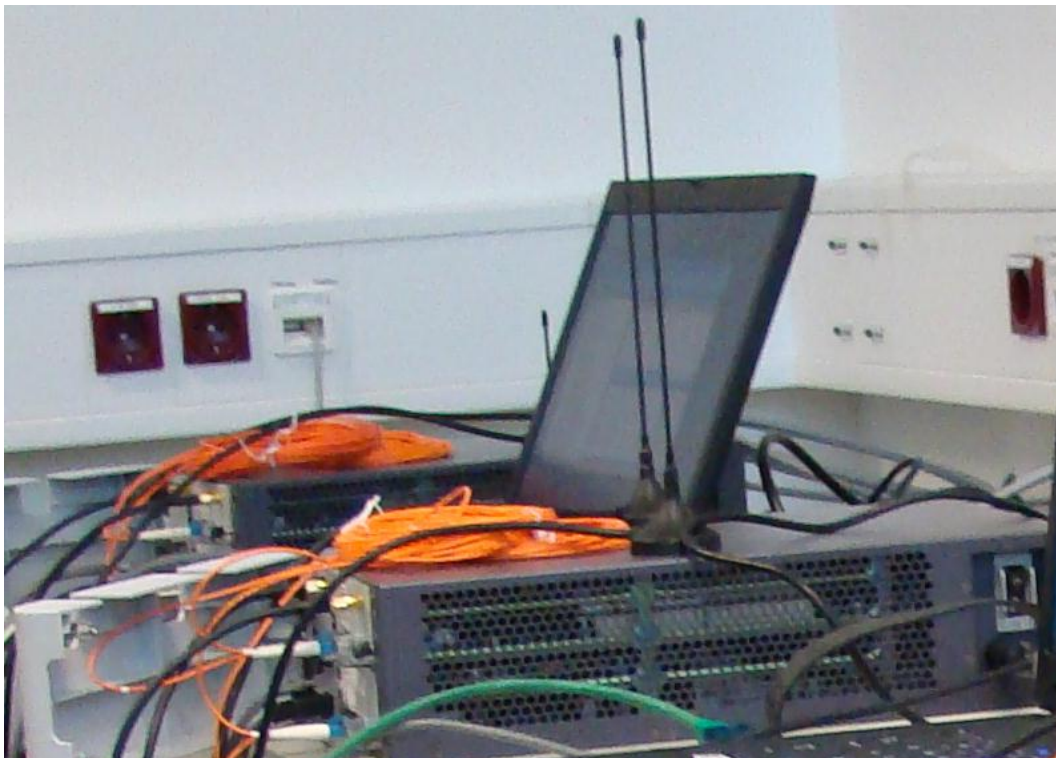
Eingesetzte LTE- und Mikrofon-Technik

Basisstation:

Bei der Basisstation handelte es sich um einen Prototyp, der nicht näher dokumentiert werden konnte.

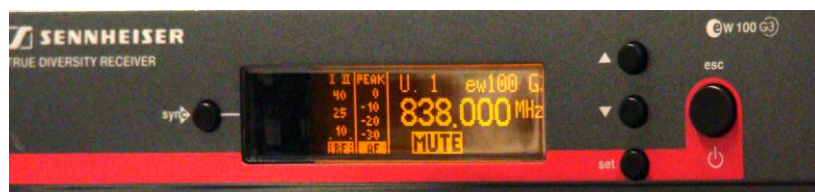
Terminalgerät:

Die Terminalgeräte waren Huawei Labormuster, die im Gesamtverhalten wahrscheinlich noch nicht den Eigenschaften der späteren Endgeräte entsprechen.



DUT:

(1) Mikrofonempfänger Sennheiser Serie EW 100 G3



Dieser Empfänger entspricht im Großsignalverhalten etwa dem im SRDoc „Draft ETSI TR 102 546“ benannten Referenzempfänger.

(2) Mikrofonempfänger Sennheiser 3000 Serie EM 3732

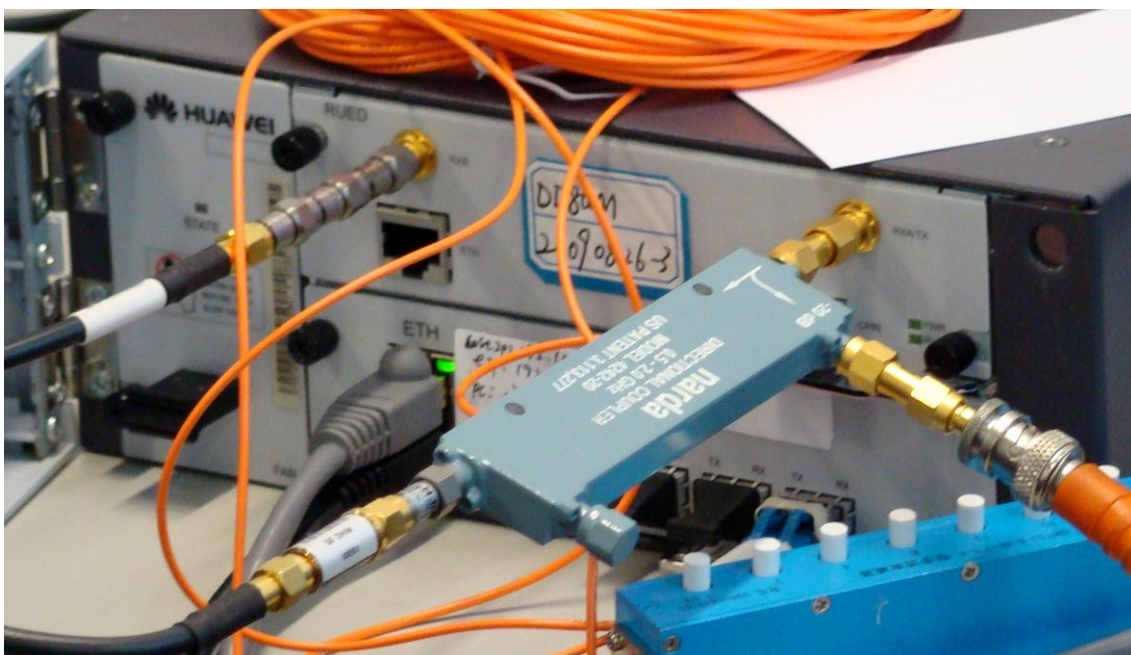


Dieser Empfänger hat gegenüber dem „EW 100 G3“ ein um etwa 10 bis 15 dB verbessertes Großsignalverhalten.

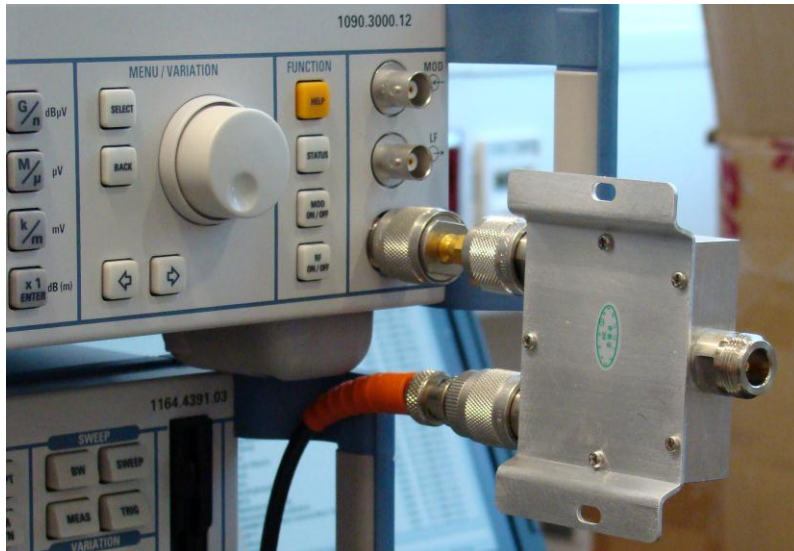
Laboraufbau mit LTE-Terminal



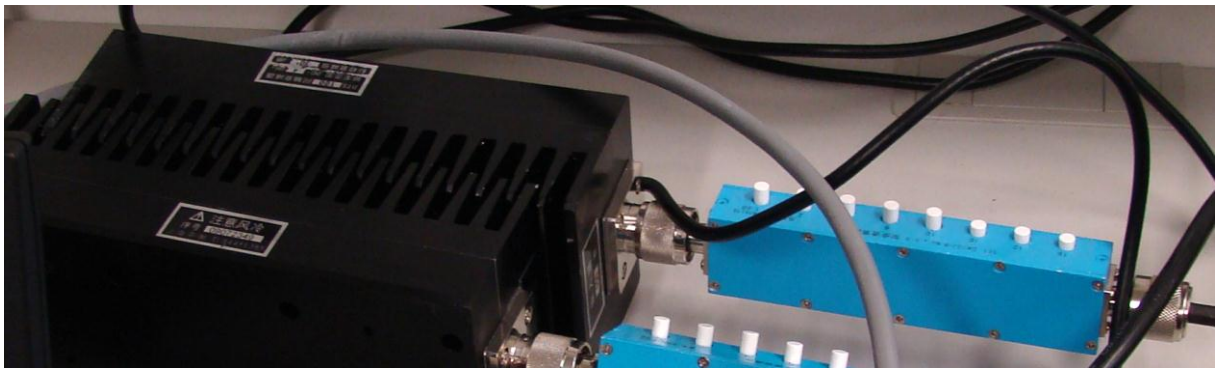
Mikrofonempfänger (DUT) und ein Messgenerator als Mikrofonnachbildung



Terminalgerät, Breitbandkoppler und Dämpfungsglieder



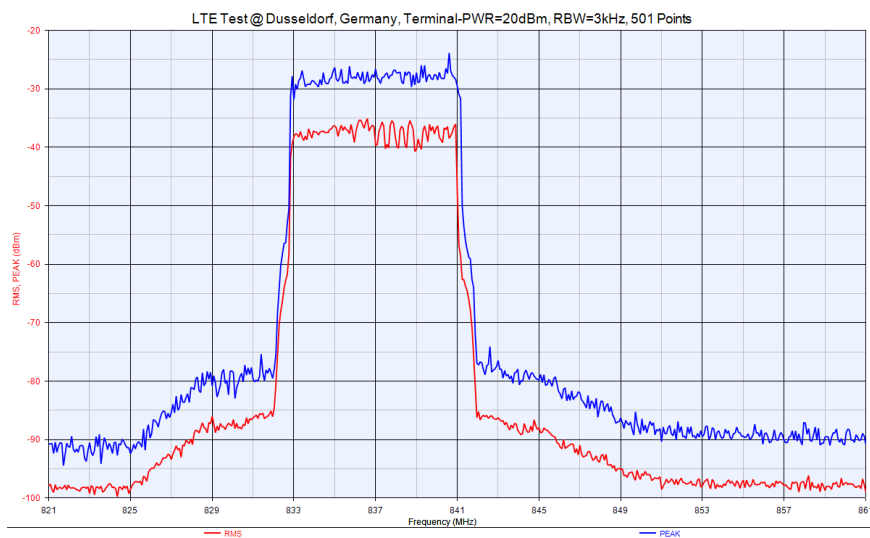
Messgenerator und Splitter



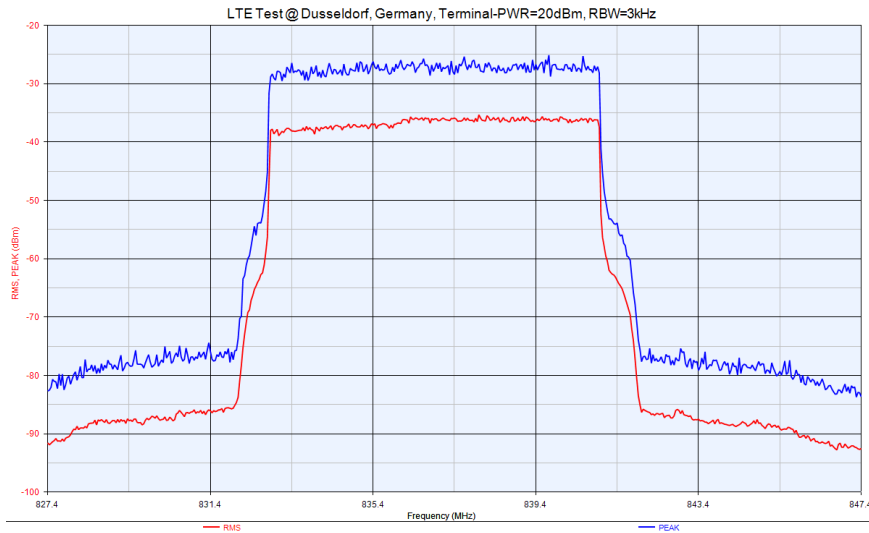
Kunstantenne für Basisstation und Nachbildung der Antennenstrecke durch variables Dämpfungsglied

3. Messergebnisse

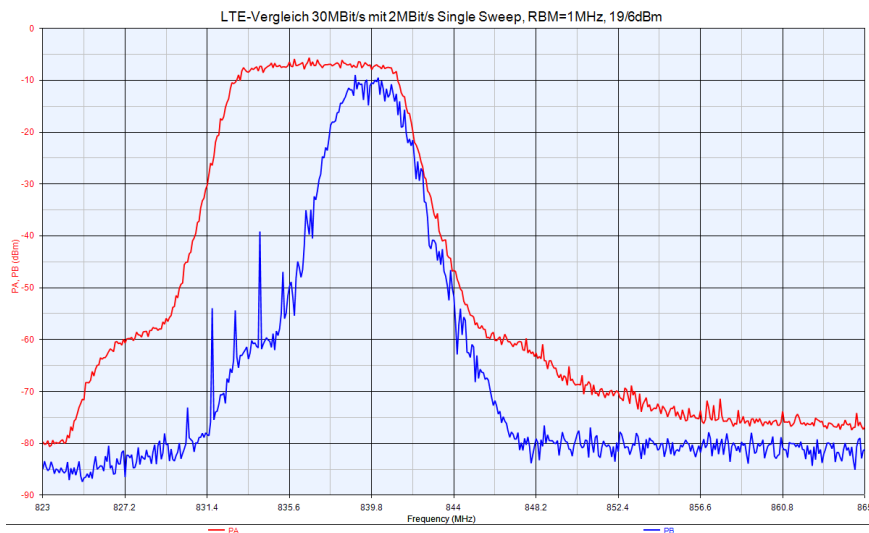
LTE-Signal im Frequenzbereich:



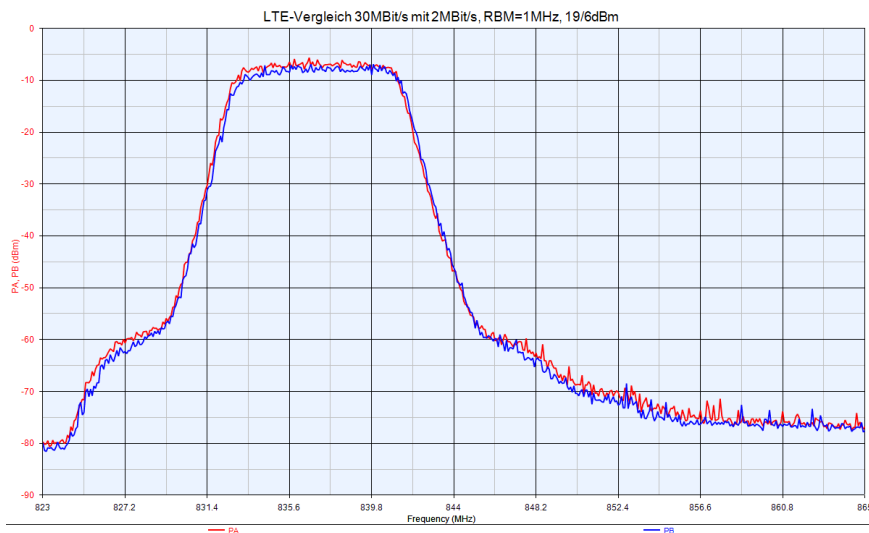
LTE-Terminalspektrum gemessen mit RMS- und Peak-Detektor



LTE-Terminalspektrum gemessen mit RMS- und Peak-Detektor

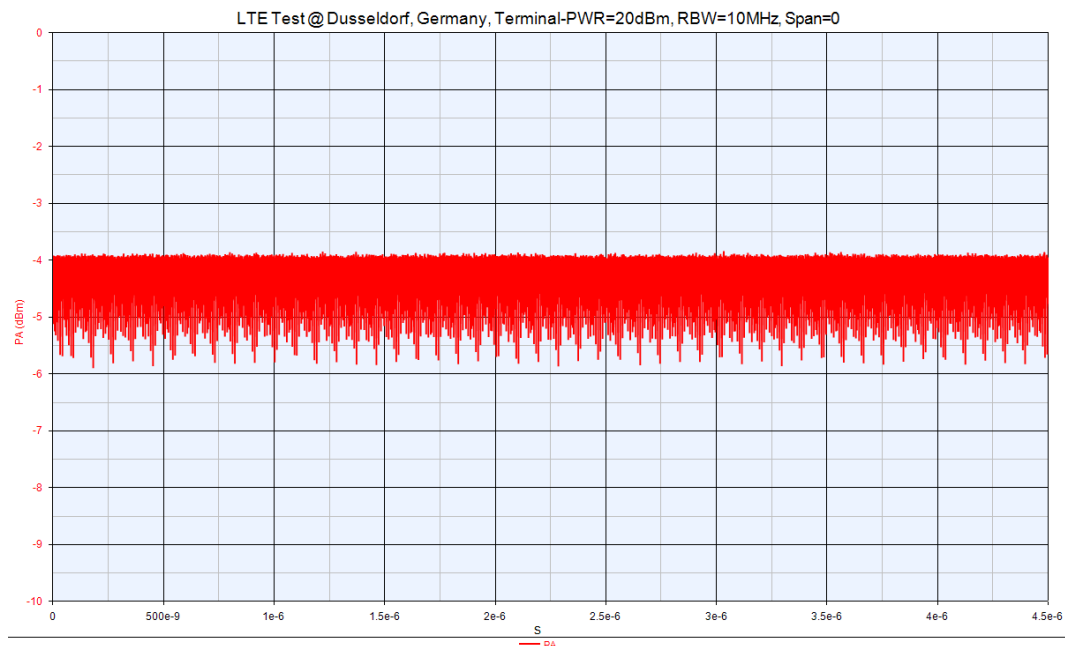


LTE Terminalspektrum bei unterschiedlichen Datenraten (2 und 30 MBit/s)



LTE-Terminalspektrum (2 und 30 MBit/s), integriert über 2 Minuten

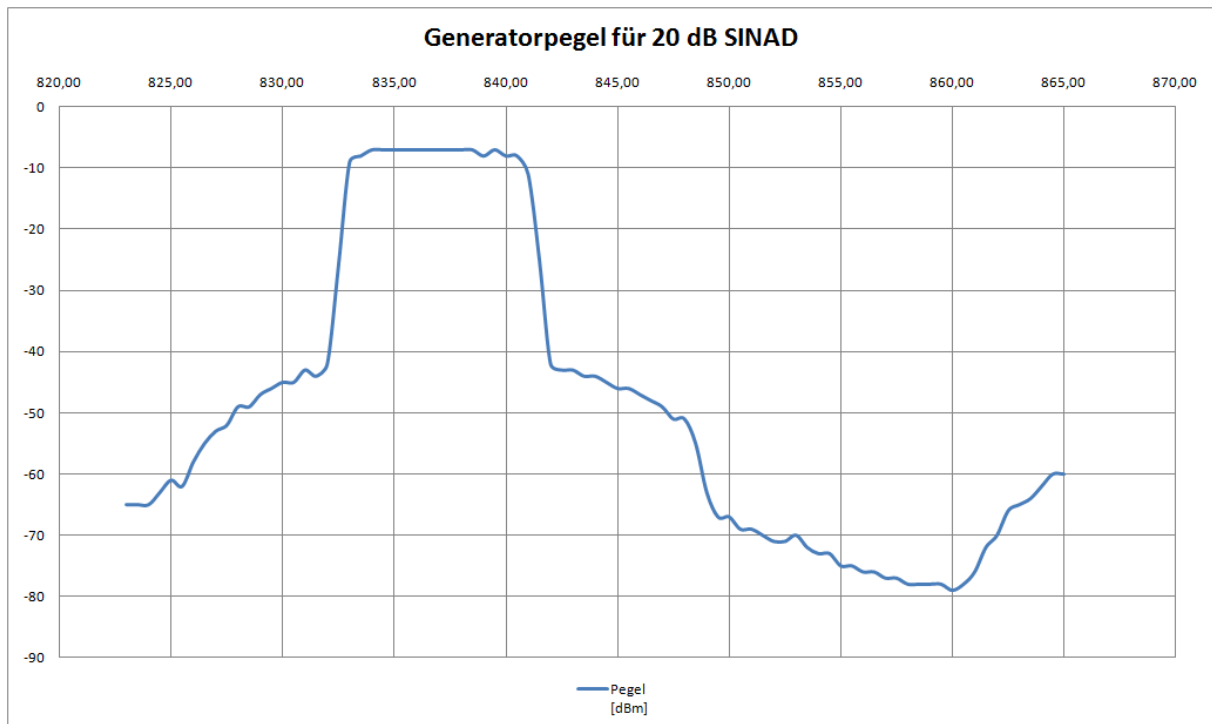
LTE-Signal im Zeitbereich:



LTE-Terminalsignal (30 MBit/s) im Zeitbereich

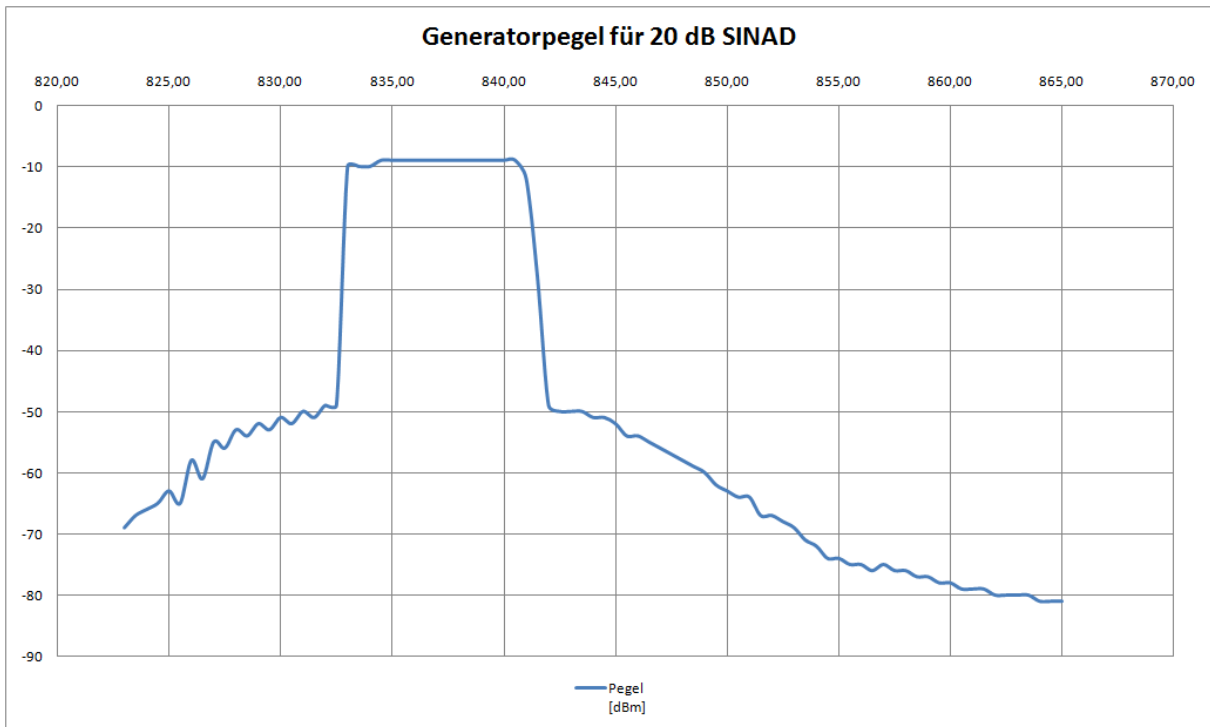
Beeinflussung von Mikrofonstrecken

EW 100:



Frequenzabhängiger Generatorpegel für 20 SINAD bei Beeinflussung durch ein 30 MBit/s LTE-Signal
(Ein leichter Störanstieg bei 865 MHz wird vom EW100 erzeugt)

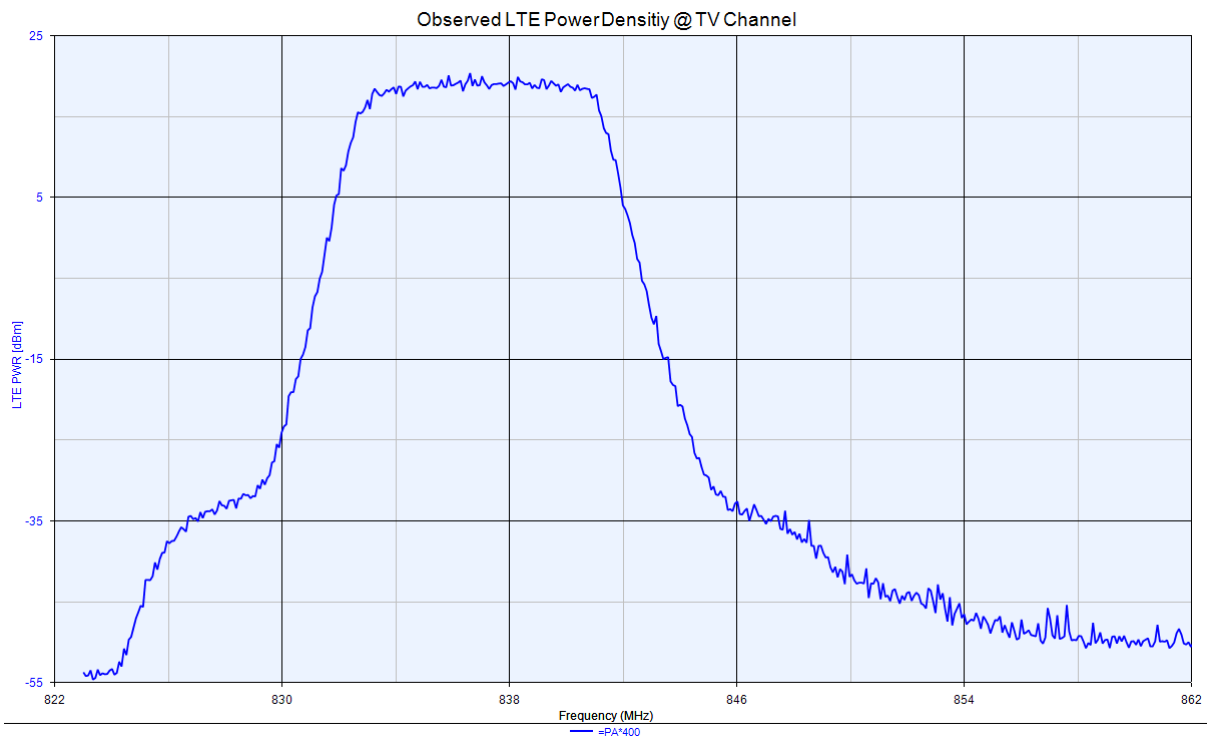
EM 3732:



Frequenzabhängiger Generatorpegel für 20 SINAD bei Beeinflussung durch ein 30 MBit/s LTE-Signal

4. Auswertung

LTE-Terminalsignal in den TV-Kanälen 65-69



Frequenzabhängiger Terminalpegel an einem 50 Ohm Abschlusswiderstand

Überschlägige Bewertung des Terminaleinflusses

Bei einem Nachbarkanalpegel von -35 dBm / -40 dBm / -50 dBm ist auf 840 MHz ein Schutzabstand von rund 270 m / 150 m / 50 m zum sicheren Betrieb vom drahtlosen Mikrofonen erforderlich. Bei tieferen Frequenzen fällt der Schutzabstand entsprechend größer aus.

Besteht keine Sichtverbindung, so lassen sich kleinere Schutzabstände darstellen.

Hinweise:

- Die überschlägige Berechnung erfolgt nach $a[\text{dB}] \sim 22\text{dB} + 20 \cdot \log(D/\lambda)$
[a = Dämpfung (dB), D = Entfernung (m), λ = Wellenlänge(m)]
- Zulässiger Störpegel für Mikrofonempfänger ≤ -115 dBm (ETSI TR 102 546)
- Da es sich noch nicht um die endgültigen LTE-Geräte handelt, haben diese Aussagen bestenfalls orientierenden Charakter. Bei nachfolgenden Messungen mit verbesserten LTE-Geräten ist besonders darauf zu achten, ob sich die ungewollte Aussendung in den Nachbarkanälen, zum Beispiel durch den Einsatz von Filtern, verbessert hat.

Bewertung des Einflusses der Basisstation

Die Basisstation konnte nicht untersucht werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass diese einerseits erheblich höhere Ausgangsleistung haben wird, zugleich kann angenommen werden, dass bessere Antennenfilter angewandt werden.

Eine Bewertung wird erst im Rahmen der noch geplanten Messungen möglich sein.

Zusammenfassung

Im Rahmen eines vorbereitenden Versuchs konnten erste Erfahrungen zur Interaktion drahtlosen Mikrofonstrecken bei Beaufschlagung mit LTE-Signalen gesammelt werden.

Es muss allerdings davon ausgegangen werden, dass das von den LTE-Geräten ausgesendete Signalspektrum noch nicht der zukünftigen Situation entspricht. Insofern haben alle Beobachtungen vorläufigen Charakter.

Der vorgeschlagene, technische Messaufbau konnte in der Praxis bestätigt werden und kann so bei vergleichbaren Aktivitäten zum Einsatz kommen.

Der DKE Arbeitskreis steht bereit weitere Messungen mit dem nachfolgend vorgesehenen Übertragungsverfahren LTE durch zu führen.