

## Bericht zum Pilotbetrieb eines UHF-Internetzugangs in der Region Bopfingen (Baldern, Kerkingen, Itzlingen)

### 1. Zielstellung der Aktivität des Arbeitskreises

- Informationen über die Region Bopfingen und den Pilotbetrieb sammeln
- Soweit möglich
  - Messdaten zur Spektralen Frequenzbelegung sammeln
  - Störeinfluss auf drahtlose Mikrofonstrecken testen

### 2. Informationen über die Region und das Pilotprojekt

#### *Internetberichte zur drahtlose Internet-Versorgung im Landkreis*

Zu Beginn der Testphase sollen zunächst 100 Haushalte in der Region Bopfingen (Baldern, Kerkingen, Itzlingen) sowie in der Nachbargemeinde Unterschneidheim (Zöbingen, Walxheim) die Möglichkeit erhalten, einen Breitband-Internet-Anschluss zu nutzen und zu testen. Hierzu werde man die Testhaushalte mit kostenloser Hardware ausstatten. Die Teststrecke ist zunächst für Breitband-Geschwindigkeiten von bis zu 7,2 MBit/s im Download sowie 1,4 MBit/s im Upload ausgelegt.

Monatliche Gebühren fallen für die Testteilnehmer während der Testphase nicht an.

Quelle: dsltarife News (18.06.2009)

Dieses Pilotprojekt wird gemeinsam mit der Landesanstalt für Kommunikation in Baden-Württemberg (LFK) durchgeführt. Es startet im Mai und soll ein Jahr lang dauern... .. bietet allerdings nur Geschwindigkeiten von bis zu 7,2 MBit/s bei Downloads und bis zu 1,4 MBit/s bei Uploads. Diese Bandbreite müssen sich alle Teilnehmer einer Funkzelle teilen.

Ziel dieses Tests ist es herauszufinden, ob sich die digitale Dividende, das sind die Funkfrequenzen im Bereich zwischen 790 und 862 MHz, nutzen lässt, um ein ländliches, hügeliges Gebiet wie die Schwäbische Alb mit Breitband-Internet zu versorgen.

Quelle: pocketbrain.de (08.08.2009)

Die Landesanstalt für Kommunikation hatte im Januar Unternehmen dazu aufgerufen, Modellprojekte für eine Nutzung der so genannten digitalen Dividende einzureichen (Call for Proposals). Abgabeschluss ist der 30. Juni 2009. Der Versuch wird begleitet von der baden-württembergischen Landesregierung und läuft im Einvernehmen mit der Bundesnetzagentur. Das Modellprojekt soll Erkenntnisse darüber liefern, welches Potenzial die Funktechnik in der hügeligen Topographie im Südwesten hat, wie sie von den Bürgern genutzt wird und ob es Auswirkungen beim DVB-T und DVB-C Fernsehempfang gibt..

.. Das Modellprojekt, das die LFK im Auftrag der Landesregierung unter Schirmherrschaft des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum sowie des Wirtschaftsministeriums und unter Beteiligung der Bundesnetzagentur durchführt, wird begleitet von einer Nutzerstudie und umfangreichen technischen Untersuchungen auch zur Störproblematik. Eingebunden sind unter Federführung der LFK neben Sendern und Kabelnetzbetreibern auch Mikrofonhersteller und Sendernetzbetreiber.

Quelle: kein-dsl.de (07.04.2009)

### Informationen zur Region und zum Standort der Basisstation



**GSM seit 1998 in Betrieb**

**exponierte Lage / Flächenversorger**

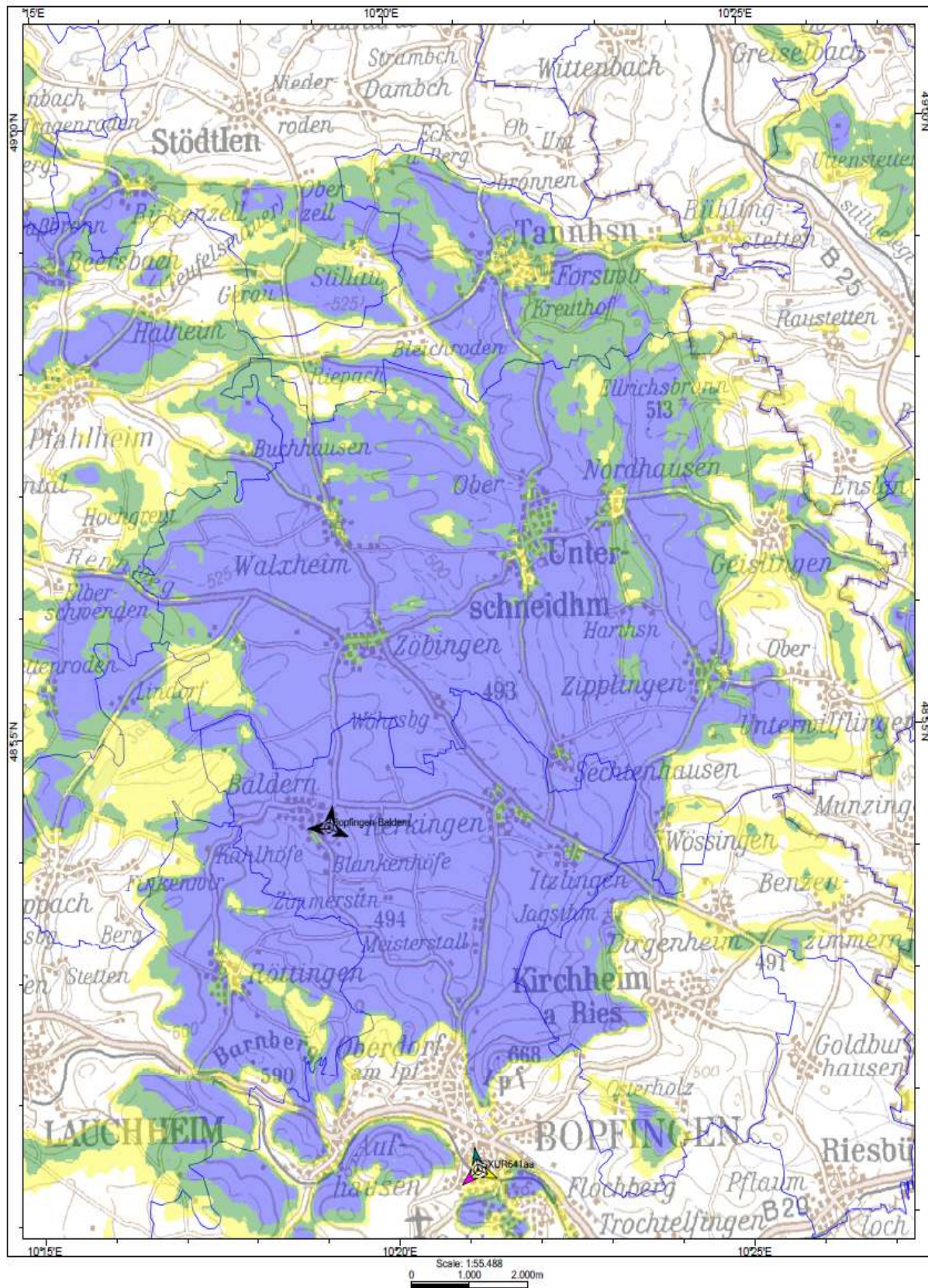
**Modernisierung von heute GSM auf UMTS-850 MHz & GSM**

**Tausch der Antennenanlage  
Anpassung Technik im Betriebsraum  
Erweiterung der Netzzuführung**



Quelle: Präsentation von Andreas Weller (14.05.2009)

## Versorgungsprognose der Pilot-Basisstation



Quelle: Vodafone

### 3. Messungen in der Region Bopfingen

Es bestand grundsätzlich die Option zu zwei Messungen:

- Spektrale Belegung des UHF-Bereichs (direkte Messung)
- Störeinfluss auf Mikrofonstrecken (indirekte Messung)

In Bopfingen und Umgebung beobachteten wir sowohl die Interaktion mit der Basisstation (Funkinstallation am Schloss Baldern) als auch mit den Anwenderendgeräten. Der Funkmast war im betrachteten Ortsgebiet gut empfangbar. Die Auswertung dieser Aussendung war daher gut möglich, die Auswertung der Aussendung der Anwenderendgeräte hängt von deren Aktivität und Abschattung zu den Messstandorten ab und wurde im Rahmen dieser Messung nicht berücksichtigt.

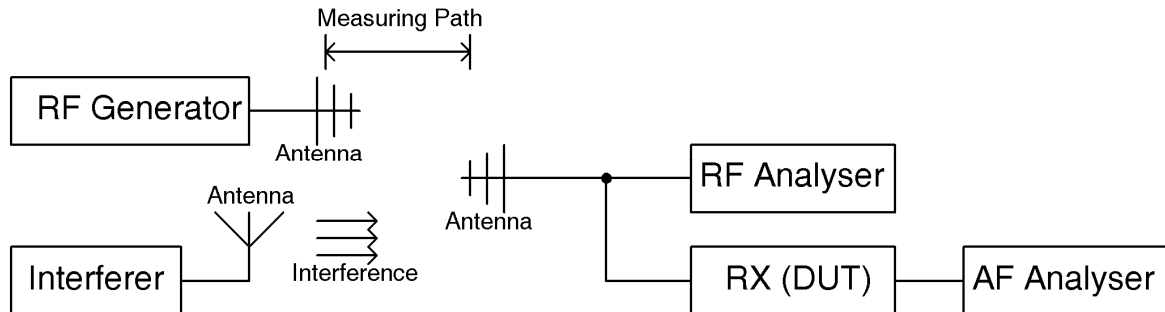
Funkantennen am Schloss Baldern:



Foto: DKE AK 731.0.8

## 4. Ermittlung der Beeinträchtigung von Mikrofonstre- cken:

### *Messaufbau der Freifeldmessmethode*



Darstellung einer Messantenne am Standort Kerkingen. Rechts oben, im Hintergrund ist das Schloss Baldern zu erkennen:

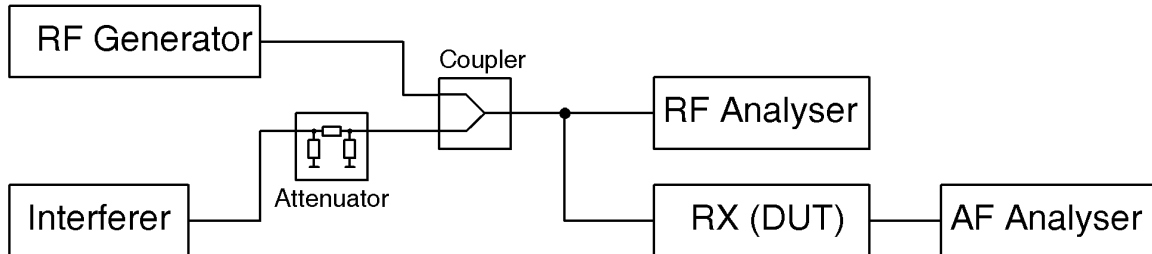


Foto: DKE AK 731.0.8

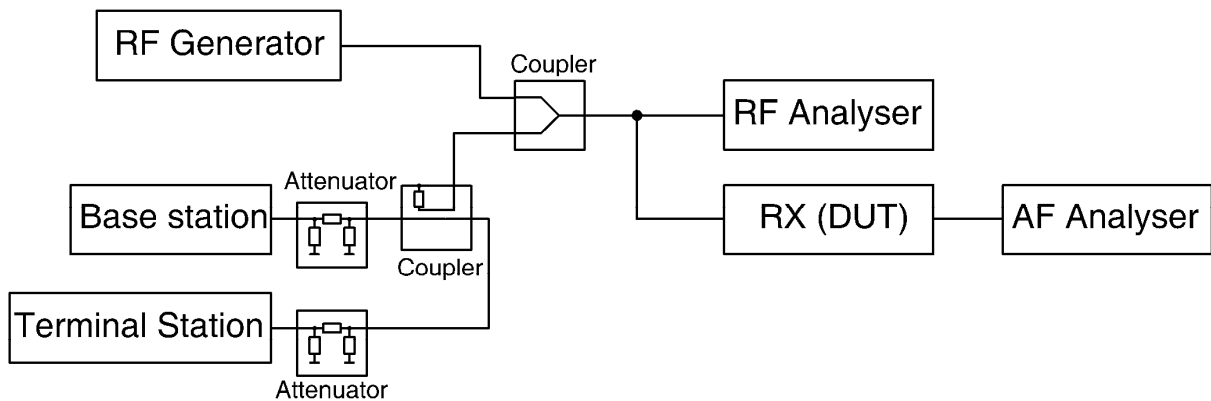
Die abgebildete Antenne ist an den HF-Generator angeschlossen und sendet das Nutzsignal in die Richtung der Mikrofonempfängerantenne.

### Prinzipieller Messaufbau der gekoppelten Messmethode

Vergleichbarer Aufbau wie bei der Freifeldmessmethode. Allerdings wird die Freifeldstrecken durch Antennenkoppler und Dämpfungsglieder nachgebildet. Der genaue Aufbau ist abhängig von den technischen Zugangsmöglichkeiten zur Testanlage.



### Messaufbau der gekoppelten Messmethode mit Basisstation und Endgerät



#### DUT:

- (1) Mikrofonempfänger Sennheier 3000 Serie (bis ca. 830 MHz)
- (2) Mikrofonempfänger AKG 450 (Band VI)

Labora Aufbau mit HSDPA-Terminal:



Foto: DKE AK 731.0.8

HSDPA-Basisstation im Laborversuch:

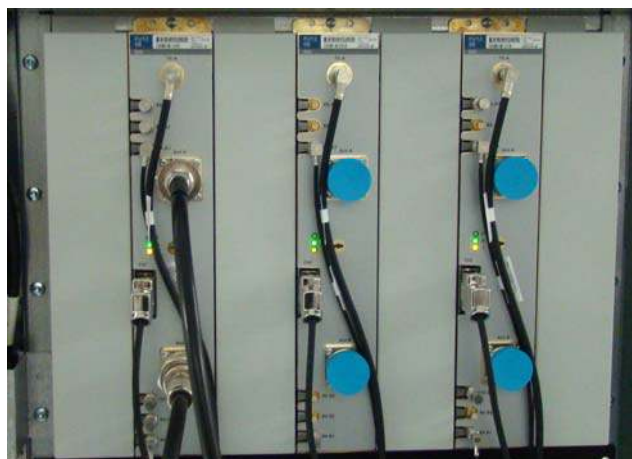


Foto: DKE AK 731.0.8

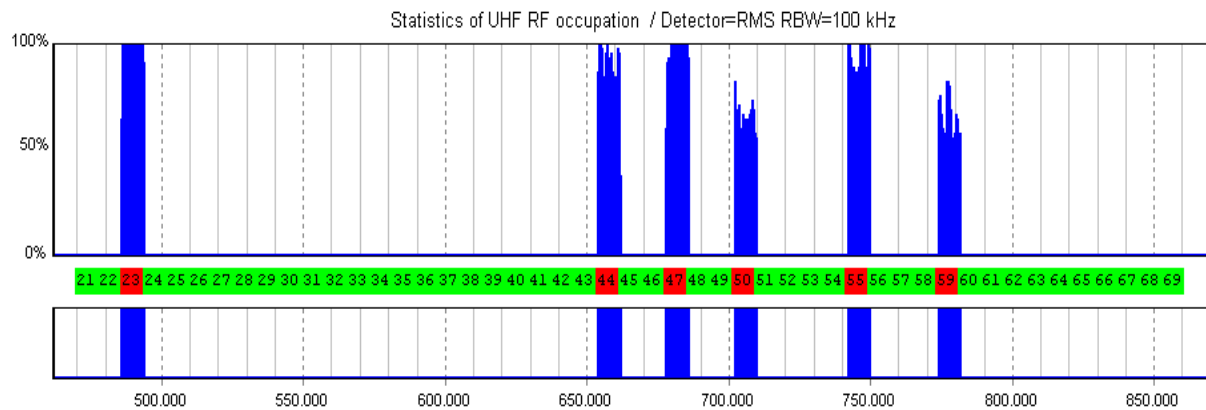
### *Prinzipieller Messablauf / Messmethode*

- Ein mit 1 kHz modulierter Messgenerator simuliert einen drahtlosen Mikrofonsender und speist eine Rundstrahlantenne/einen Zweig eines Antennenkopplers 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.
- Der Pegel des Messsenders wird so eingestellt, dass sich ohne Störsignal ein SINAD von 20 dB ergibt. Der 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 Erhöhen des Messgeneratorpegels wird wieder ein SINAD von 20 dB eingestellt. Der Messgeneratorpegel und –Frequenz sind 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.

## Beobachtung der UHF-Frequenzbelegung in Kerkingen (Baldern)

Beobachtungskoordinaten: 10°21'3"O / 48°54'15"N

Standorthöhe über Meeresspiegel: ca. 474 m



In der Gemeinde Bopfingen / Kerkingen waren aus unterschiedlicher Richtung insgesamt 6 DVB-T-Sender zu empfangen. Die Empfangssignal am Antennenanschluss der in circa 1,5m Höhe eingesetzten A5000 lag zwischen -70 und -60 dBm.

Die grafische Darstellung zeigt im unteren Bereich alle gescannten Frequenzen mit deren Nutzung als blaue Linie.

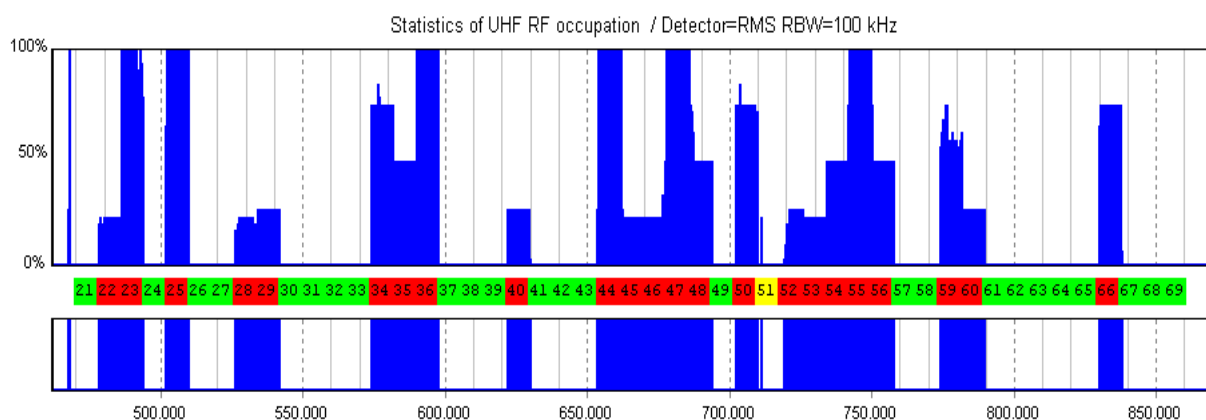
Im mittleren Bereich sind die TV-Kanäle und deren Ausnutzung dargestellt.

Die obere Grafik zeigt eine richtungsabhängige Empfangspegelbewertung. 25% bedeuten einen Empfang in einem Viertel von 360° der möglichen Empfangsrichtung, 100% bedeutet ausreichend hohe Feldstärke unabhängig von der Antennenrichtung.

## Beobachtung der UHF-Frequenzbelegung südlich von Kirchheim

Beobachtungskoordinaten: 10°20'37"O / 48°52'21"N

Standorthöhe über Meeresspiegel: ca. 539 m



Im Versorgungsgebiet waren aus unterschiedlicher Richtung insgesamt 24 DVB-T-Sender zu empfangen.



## *Das HSDPA-Signal des Pilotversuches (Basisstation) an unterschiedlichen Messstandorten*

Die Messungen wurden exemplarisch an verschiedenen Standorten durchgeführt. Die verwendete A5000 ist eine zirkulare UHF-Breitbandantenne mit bekannten Transducerdaten.

Am jeweiligen Messstandort wurde die Antenne auf Maximum ausgerichtet und der Messpegel notiert.

Beobachtungsfeldstärke an einer A5000 in 1,5m Höhe:

Länge	Breite	Höhe [m]	HSDPA-Pegel [dBm]	Straße	PLZ	Ort
10°21'3"O	48°54'15"N	474	-62	Am Wasen	73441	Bopfingen/Kerkingen
10°18'59"O	48°54'13"N	595	-56	Schlossparkstraße	73441	Bopfingen
10°19'01"O	48°54'10"N	621	-32	Schlossparkstraße	73441	Bopfingen
10°19'51"O	48°55'40"N	501	-61	Bopfinger Str.	73485	Unterschneidheim / Zöbingen

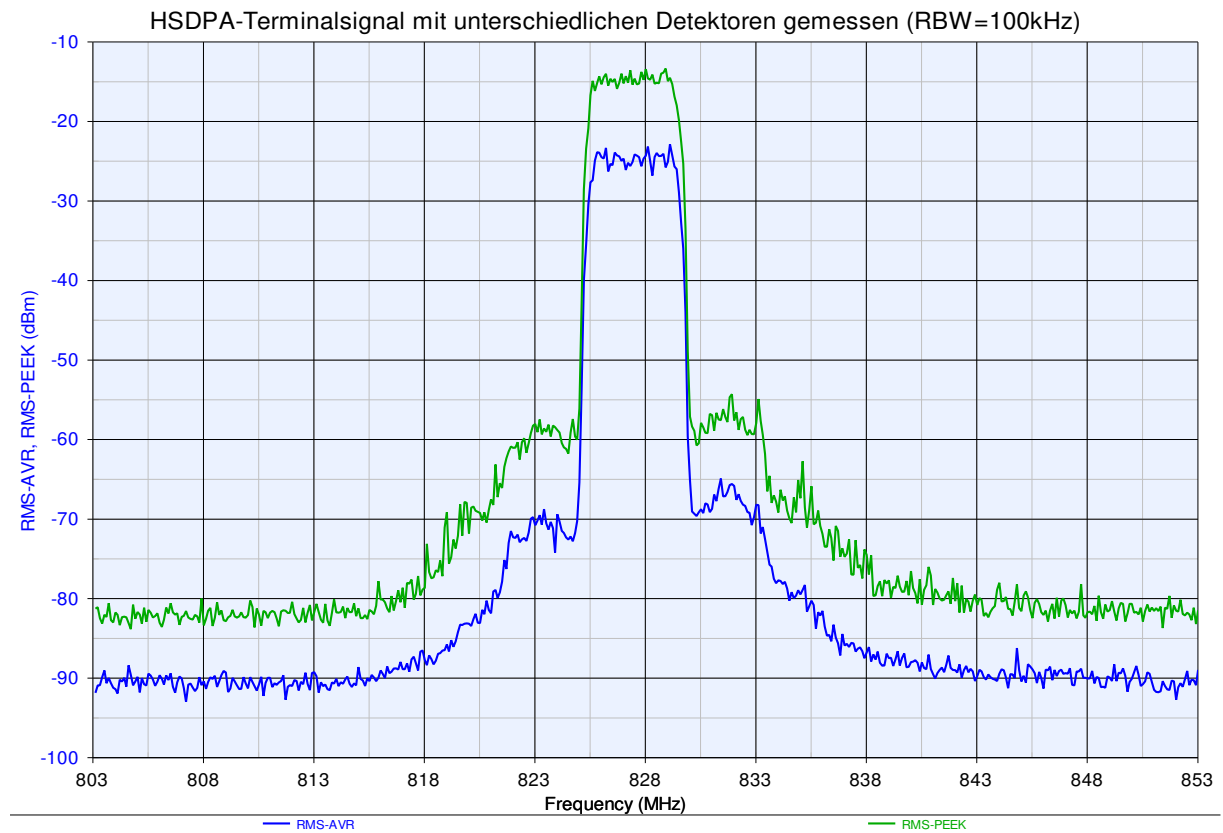
Typisches Bild der Freifeldmessung (Messantenne auf linker Seite):



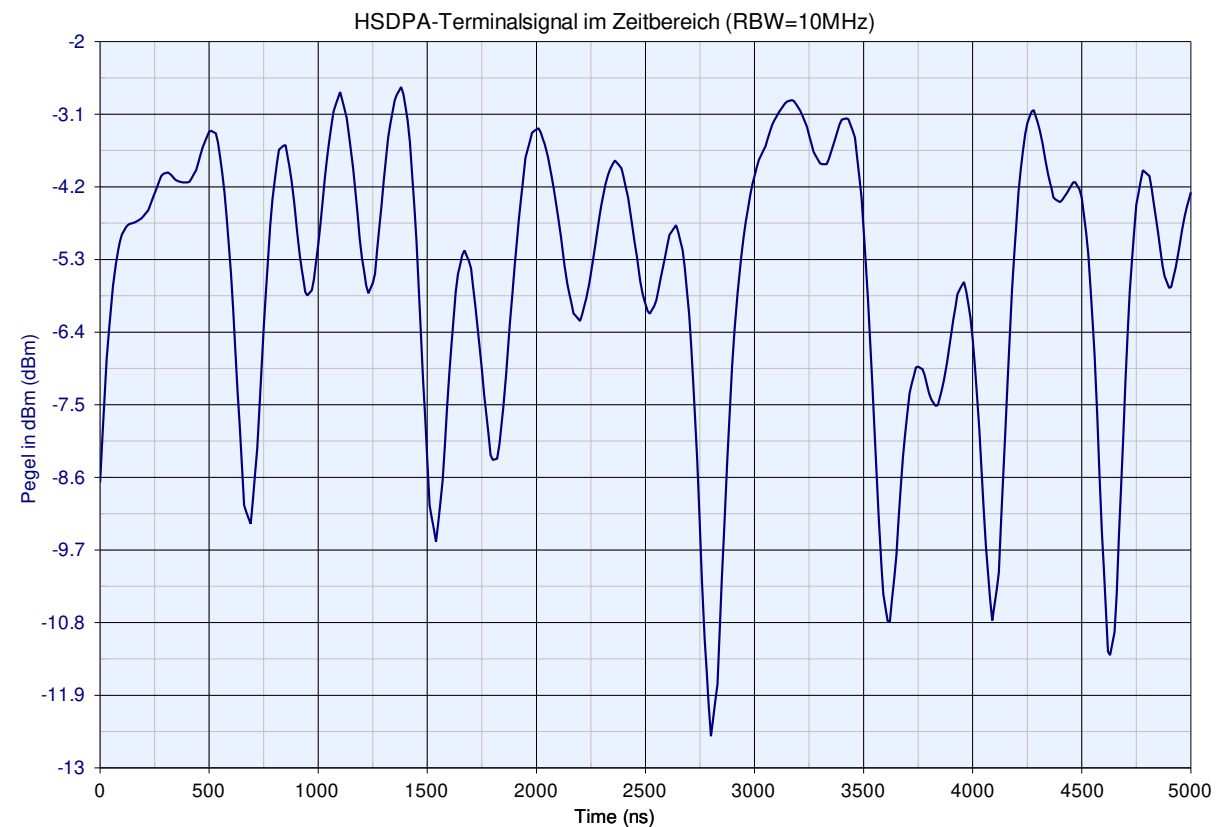
Foto: DKE AK 731.0.8

## Messergebnisse

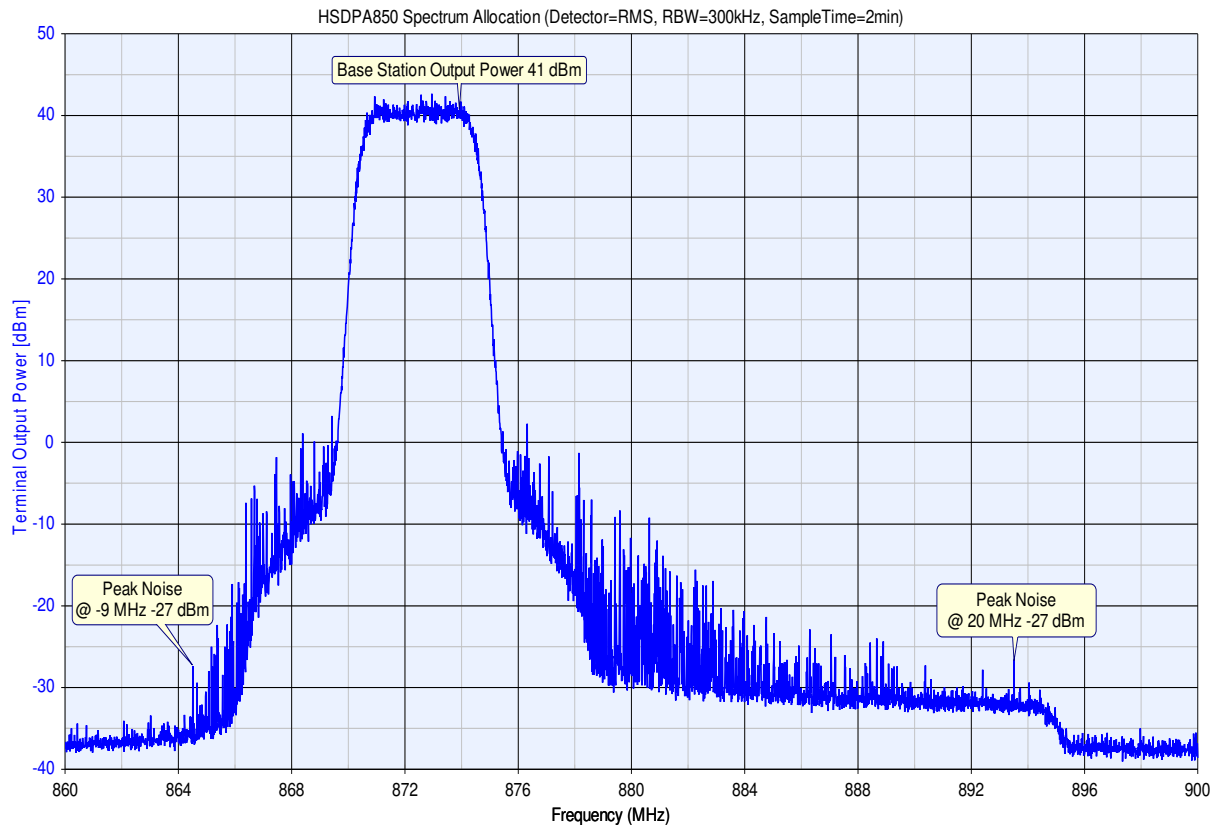
Labormessung im Frequenzbereich:



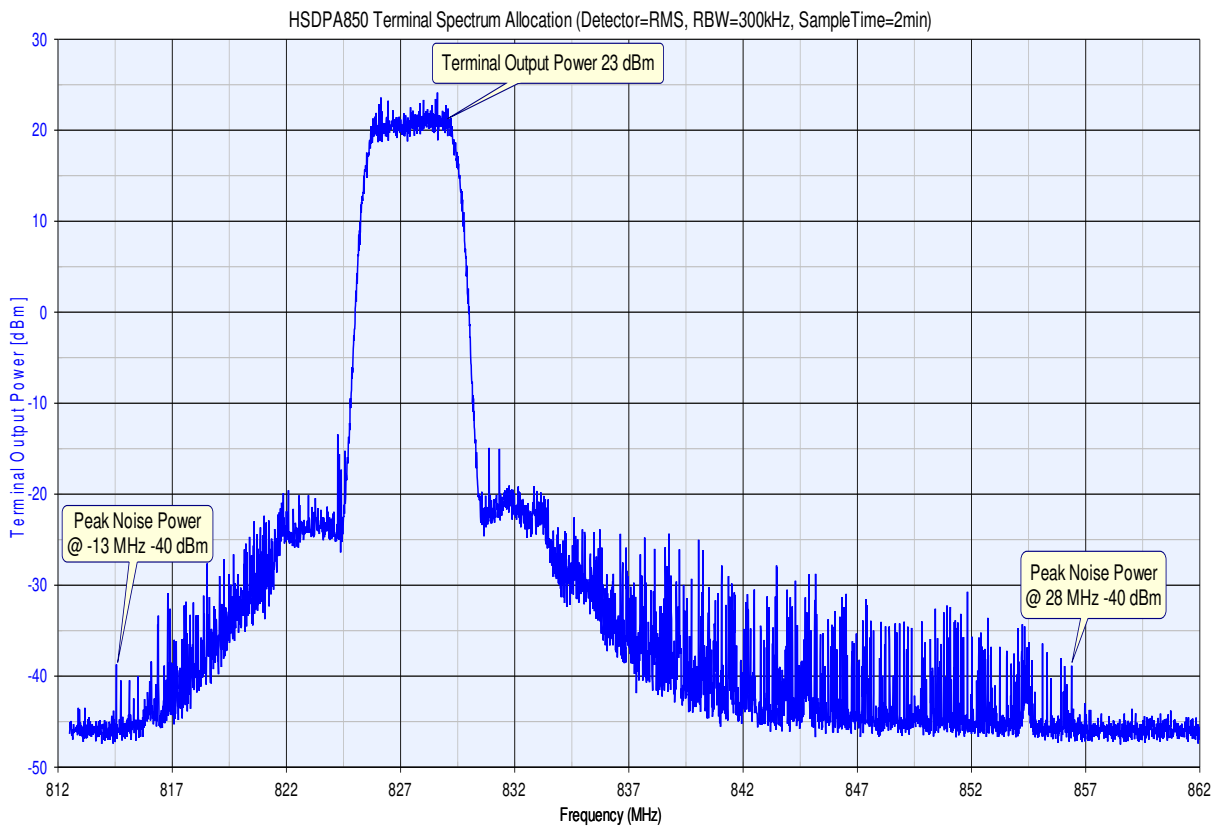
Labormessung im Zeitbereich:



## Peak-Spektrum der Basisstation über eine Aufzeichnungszeit von 2 Minuten:

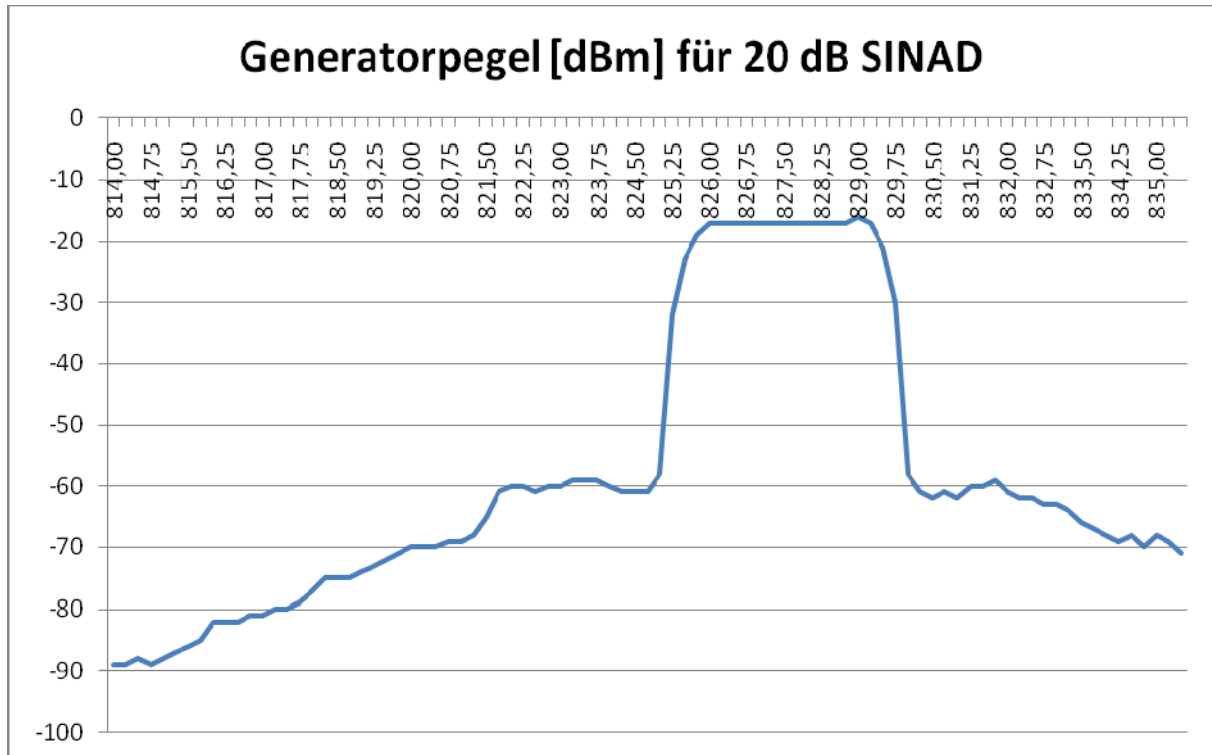


## Peak- Spektrum des Terminals über eine Aufzeichnungszeit von 2 Minuten:

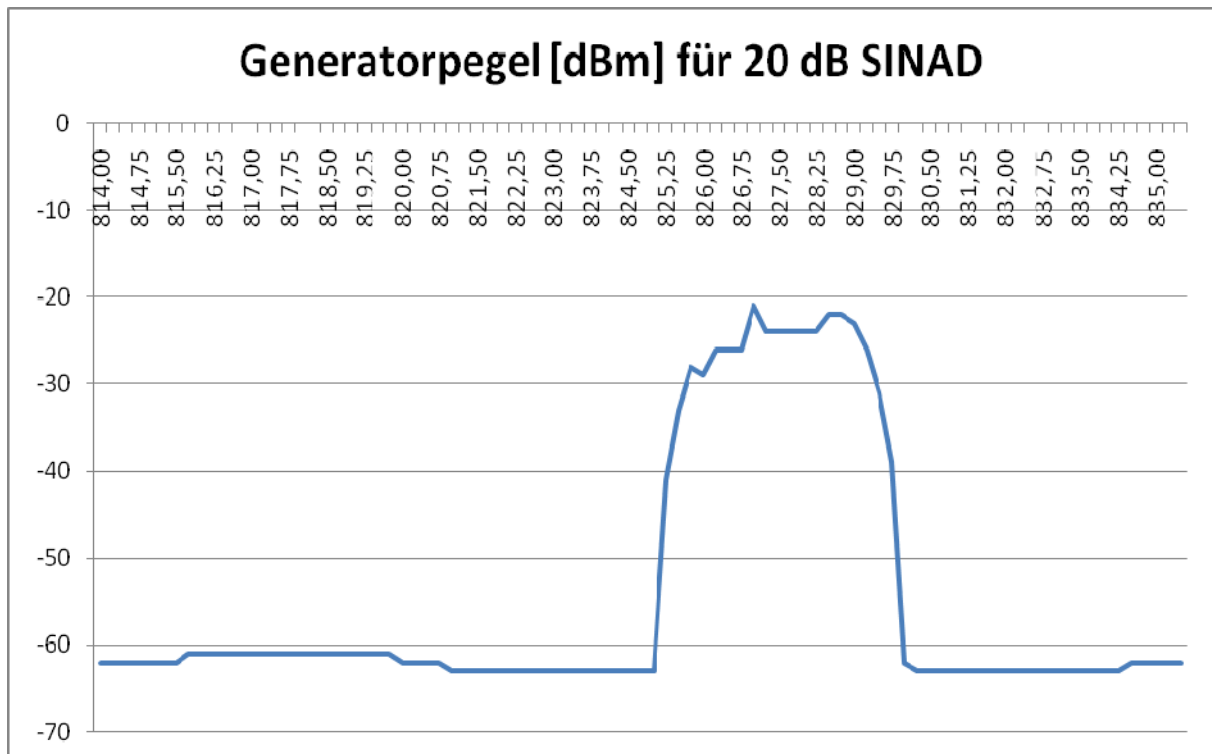


## Messung der Beeinflussung von Mikrofonstrecken

Labormessung:



Freifeldmessung am Standort Kerkingen:

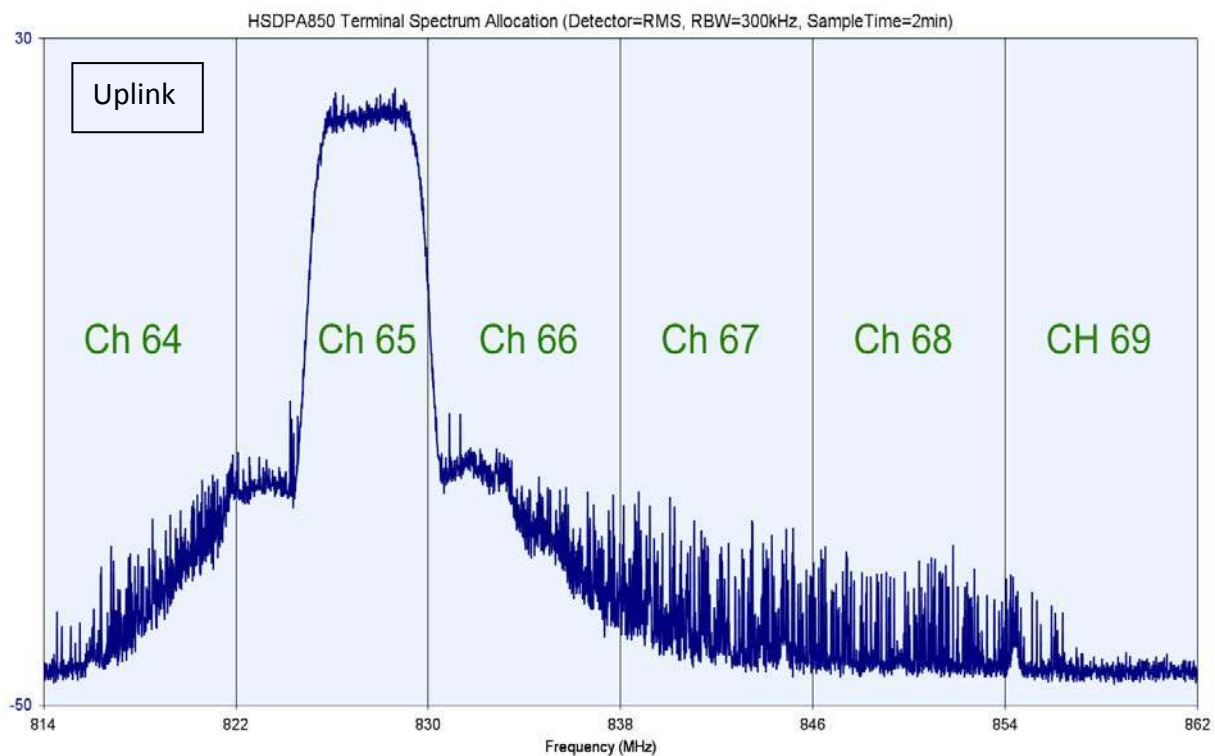


Hinweis: Die Freifeldmessung hat gegenüber der Labormessung eine reduzierte Dynamik und ist durch Ausbreitungsstörungen überlagert.

## Spektrumbelegung im Bereich der Allgemeinverfügung (91/2005)

Die beobachteten Spektren zeigen zunächst den typischen Signalverlauf digitaler Basis- und Endgeräte. Bereits bei der Beaufschlagung einer nachgebildeten Mikrofonstrecke mit dem HSDPA-Signal, wurde im Audiosignal ein ungewöhnliches Prasseln festgestellt.

Die spektrale Verteilung der Störsignale in den TV-Kanälen zeigt die folgende Grafik:

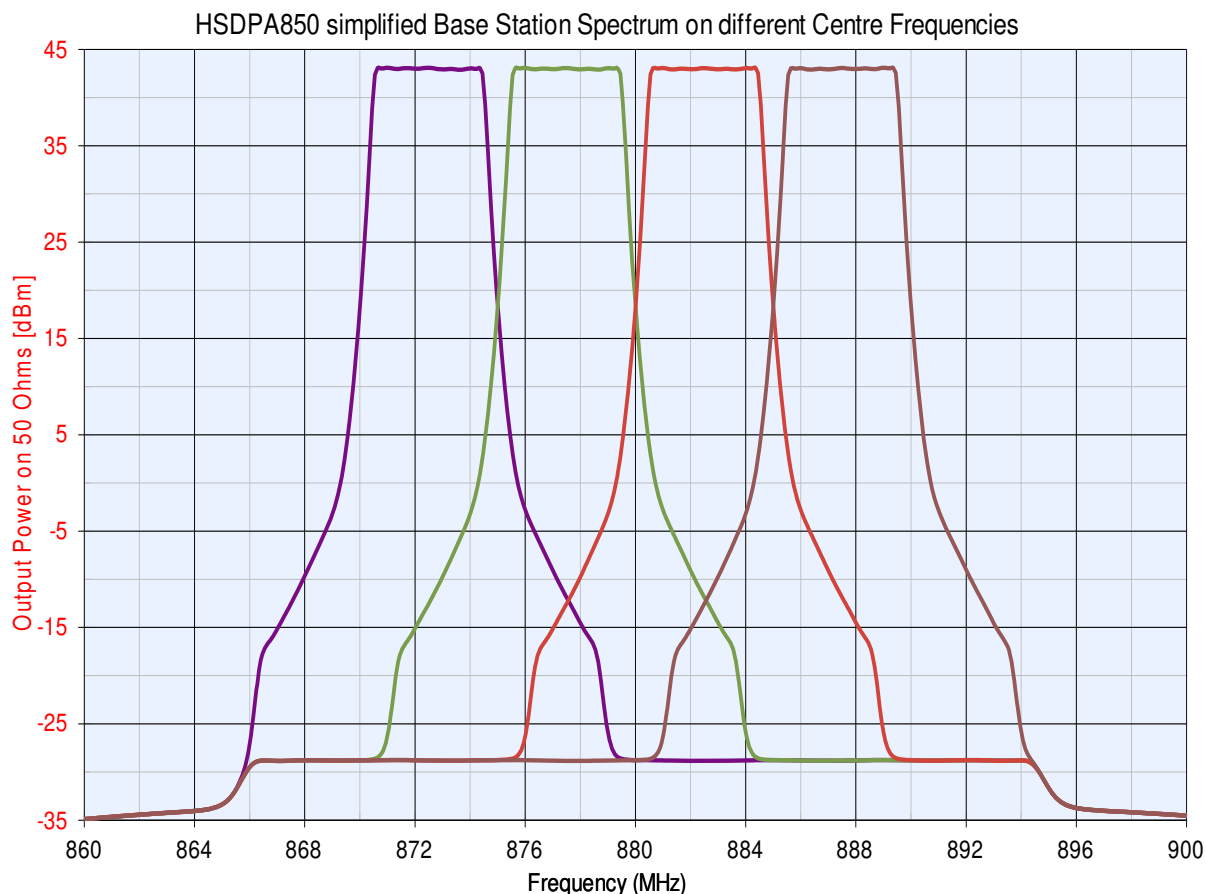


Die Kanäle 60 bis 63 wurden nicht oder nur wenig beeinflusst. Hier kann mit hoher Wahrscheinlichkeit der gewohnte Mikrophonbetrieb fortgesetzt werden.

Der TV-Kanal 64 bis 66 sind in Rahmen der Allgemeinverfügung (Verfügung Vfg 91/2005 mit Geltungsbereich für ganz Deutschland, in anderen Nationen sind davon abweichende Regulierungen zugeteilt) nicht an drahtlose Mikrofone zugewiesen und werden hier nicht bewertet.

Anders stellt sich die Situation auf den allgemeinverfügbaren Kanälen 67 bis 69 dar. Hier muss mit Schwerpunkt auf die Kanäle 67 und 68 mit erheblichen Störungen gerechnet werden. Der Kanal 69 ist nur in seinem unteren Drittel betroffen.

Die beobachtete HSDPA-Technik kann in der verwendeten Hardwarekonfiguration etwa zwischen TV-K 65 und 68 konfiguriert werden. Entsprechend verschieben sich die Signal- und Störspektren. Nachfolgendes Bild zeigt diesen Sachverhalt vereinfacht:



Durch reduziertes Datenaufkommen kann die Dichte des störenden Nadelpektrums reduziert werden. Die Auswirkungen auf die sensiblen Mikrofonstrecken werden dadurch nicht reduziert. Hier ist es praktisch ohne jeden Belang, ob viele oder wenige „Knackser“ die Audioübertragung beeinträchtigen.

#### ***Bewertung der beobachteten Spektrumbelegung im HSDPA-Uplink:***

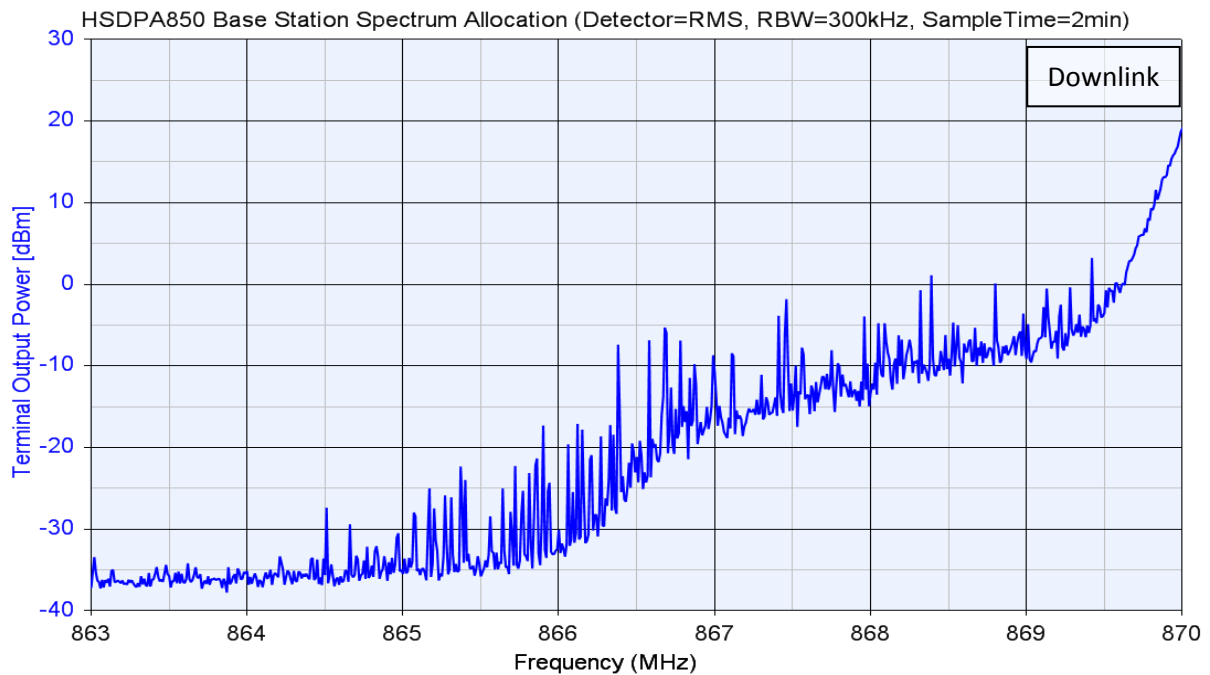
Die durch das HSDPA-Terminal erzeugten frequenzabhängige Störprodukte haben signifikante Auswirkungen auf die Übertragungsqualität drahtloser Produktionsmittel. Um dieses zu vermeiden sind höhere Schutzabstände in Kauf zu nehmen. Anderenfalls wird bei den Übertragungen ein "Prasseln" hörbar; d.h. Reportagen und Aktionen im Publikum oder in Kulissen werden von diesen Störgeräuschen begleitet werden

#### ***Spektrumbelegung im Bereich des harmonisierten Audiobands***

Der Frequenzbereich 863 bis 865 MHz wurde durch das HSDPA-Terminal nicht grundlegend gestört.

Geringfügige Beeinträchtigungen konnten allerdings durch die HSDPA-Basisstation im Bereich 864 bis 865 MHz nachgewiesen werden.

Vergrößerte Darstellung der linken Spektrumflanke der Aussendungen der HSDPA-Basisstation:



### *Zusammenfassung*

Im Rahmen eines Versuchs in der Region Baldern konnten weitere Erfahrungen zur UHF-Belegung durch drahtlose Internetzugänge und deren Interaktion mit drahtlosen Mikrofonstrecken gesammelt werden. Der vorgeschlagene, technische Messaufbau konnte in der Praxis bestätigt werden und kann so bei vergleichbaren Aktivitäten zum Einsatz kommen.

Obwohl es sich beim eingesetzten HSDPA-System nicht um das später beabsichtigte Übertragungsverfahren handelt, konnten wesentliche Vorarbeiten für nachfolgende Messungen durchgeführt werden.

Obwohl durch die durch das HSDPA-Terminal erzeugten Störprodukte einen signifikanten Beitrag zur Beeinflussung von benachbarten PWMS-Strecken leisten, kann bei sorgfältiger Koordinierung eine weitere Mikrofonnutzung im Rahmen der Allgemeinverfügung erwartet werden. Durch die beobachteten Schutzabstände im Frequenzbereich kann die sich Anwendungs koordinierung für PWMS auf die Betrachtung räumlicher Entfernungen und geeignete Abschattung durch die Topologie, Bebauung und Infrastruktur beschränken.

Die Zusammenarbeit mit den Betreibern und Ausrüstern des Pilotprojektes gestaltete sich sehr angenehm und findet unseren ungeteilten Dank! Innerhalb zweier Messtage konnte durch gute Vorbereitung, Hilfsbereitschaft und technischen Sachverstand ein erheblicher Arbeitsumfang bewältigt werden und wesentliche Erkenntnisse gewonnen werden.

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