



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt,
Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Kommunikation
Frequenz Management
Radio Monitoring

Störungen beim Kabel-TV-Empfang durch T-DAB-Sender

**EMV-Messbericht zu Laborversuchen zur Messung des Störpotentials von
DAB-Sendestationen auf analoge Kanäle in Kabelanlagen und TV-Empfangsgeräten**

BAKOM, Radio Monitoring, November 2010

Dieser Bericht darf nur vollständig kopiert werden. Einzelne Bereiche dürfen nur mit der schriftlichen Zustimmung des BAKOM weiterverwendet werden. / Ce rapport ne peut être copié que dans son entier. Une utilisation partielle implique le consentement écrit de l'OFCOM.

Inhaltsverzeichnis

Störungen beim Kabel-TV-Empfang durch T-DAB-Sender	1
1. Zusammenfassung	3
2. Einführung	3
2.1 Vorgehen	3
3. Versuchsaufbauten	4
3.1 Störabstandsmessung.....	4
3.1.1 Messaufbau Störabstandsmessung.....	4
3.2 Störeinstrahlungsmessung.....	4
3.2.1 Messaufbau Störeinstrahlung	5
3.3 Störfeldstärke	6
3.3.1 Messungen der Störbeeinflussung	6
4. Vorgaben (Normen)	7
4.1 Signalpegel an den Antennensteckdosen	7
4.1.1 Trägerpegel an Antennensteckdosen	7
4.2 Störfestigkeit.....	8
4.2.1 Elektromagnetische Verträglichkeit von Kabelnetzen.....	8
4.2.2 Störfeldstärken	8
4.2.3 Allgemeine Berechnung	8
4.2.4 Elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten.....	11
4.3 Störabstand am Empfängereingang	12
5. Messresultate	12
5.1 Störabstand	12
6. Messmittel.....	17
6.1 Messgeräte.....	17
6.2 TV- Empfänger	17
7. Anhang.....	18
7.1 Bilder TV-Geräte.....	18
7.2 DAB Versorgungskarten.....	20
7.3 Verwendung von Video-Recorder	21
7.4 Beispiel für den Geräte Anschluss	21
7.5 Referenzen	22

1. Zusammenfassung

Labormessungen in BAKOM haben gezeigt, dass T-DAB-Signale durchaus ein Störpotential für den Empfang von analogen TV-Programmen in Kabelanlagen darstellen können.

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Störungen jedoch nicht im Kabelnetz der Fernmelde-dienstanbieterinnen entstehen, sondern dass die T-DAB- (und auch andere Funk-) Signale das Kabel-signal in aller Regel nach dem Verlassen der Hausverteilanlage auf dem Weg bis zum TV-Gerät stö-rend beeinflussen können.

Im Einzelnen hängt die Störungsursache von den folgenden Faktoren ab:

- dem Nutzpegel am Empfängereingang,
- der vorhandenen Stör-Feldstärke,
- der Qualität der Anschlusskabel und der Installation,
- der Umgebung und dem Zusammenschalten von Recorder und TV-Gerät,
- der Störfestigkeit der Empfangsgeräte.

Die Versuche zeigten, dass hauptsächlich ungenügend geschirmte oder defekte Anschlusskabel die Ursache von Störungen auch in einem weiteren Umfeld von T-DAB-Sendeanlagen sein können. Bei sehr gut geschirmten Kabeln mit einem Schirmungsmass von ca. 100 dB muss erst in unmittelbarer Umgebung einer Sendeanlage mit Störungen gerechnet werden.

Ähnliche Resultate zeigten bereits frühere Untersuchungen im DVB-T- und DVB-C-Bereich. (siehe z.B. BAKOM-Bericht: „CATV – DVB-T, Vergleich des Störstrahleinflusses von DVB-T und CATV-Netz“; kann beim BAKOM eingesehen werden)

2. Einführung

DAB-Sendeanlagen arbeiten im gleichen Frequenzbereich wie die zurzeit analogen TV-Kanäle in Ka-belnetzen. Darum treten gelegentlich Empfangsstörungen in diesen TV-Kanälen auf. Um das Aus-mass der Störungen abschätzen und die Ursache der Störungen abklären zu können, hat im BAKOM ein Team der Sektion Radio Monitoring diverse Messungen und Versuche durchgeführt.

Bei verschiedenen TV-Empfängern wurden die nötigen Störabstände zwischen dem Nutzsignal und dem Störsignal messtechnisch ermittelt.

Ziel war herauszufinden, bei welchem Feldstärke-Störpegel Störungen auftreten und wie sich die un-terschiedlichen Schirmdämpfungen der Anschlusskabel auf die Störempfindlichkeit auswirken.

Dazu wurde mit einer Antenne ein DAB-Signal auf verschiedene Anschlusskabel eingestrahlt.

2.1 Vorgehen

In einem Laboraufbau ist das Störverhalten von TV-Empfängern zu ermitteln.

- Der benötigte Störabstand an den Versuchsempfängern soll mittels DAB-Störsignal ermittelt wer-den.
- Die Störwirkung wird untersucht, indem man mit einer Sendean-tenne das DAB-Signal auf eine Empfangsanlage, welche an einem Kabelnetz angeschlossen ist, einstrahlt. Die Empfangsanlage ist mit einem 10m langen Anschlusskabel mit der Anschlussdose verbunden.

Für die Versuche wurde das Kabelnetz von Biel als Nutzsignalquelle verwendet.

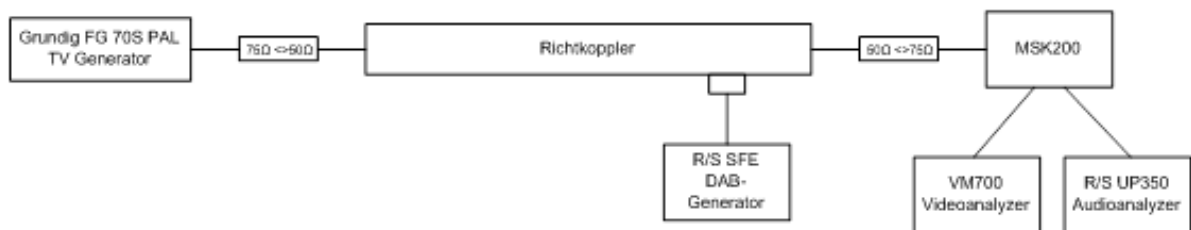
3. Versuchsaufbauten

3.1 Störabstandsmessung

Mit einem Signalgenerator wird das TV-Nutzsignal erzeugt und dem TV-Empfänger mit einem Normpegel von 64 dB μ V zugeführt. Über eine Richtkoppereinrichtung wird das DAB-Störsignal auf den Empfangspfad eingekoppelt. Das Störsignal wird soweit verändert, bis am Bildschirm des TV-Empfängers die Störung gerade noch sichtbar ist. Die Pegeldifferenz zwischen Störsignal und Nutzsignal bei dieser Einstellung ergibt den Störabstand.

3.1.1 Messaufbau Störabstandsmessung

Für die Bestimmung der Störabstände werden an Stelle des Messempfängers MSK200 die TV-Empfänger angeschlossen. Der Pegel des DAB-Signalgenerators wird soweit angepasst, dass die Störung am Bildschirm gerade noch sichtbar wird.



3.2 Störeinstrahlungsmessung

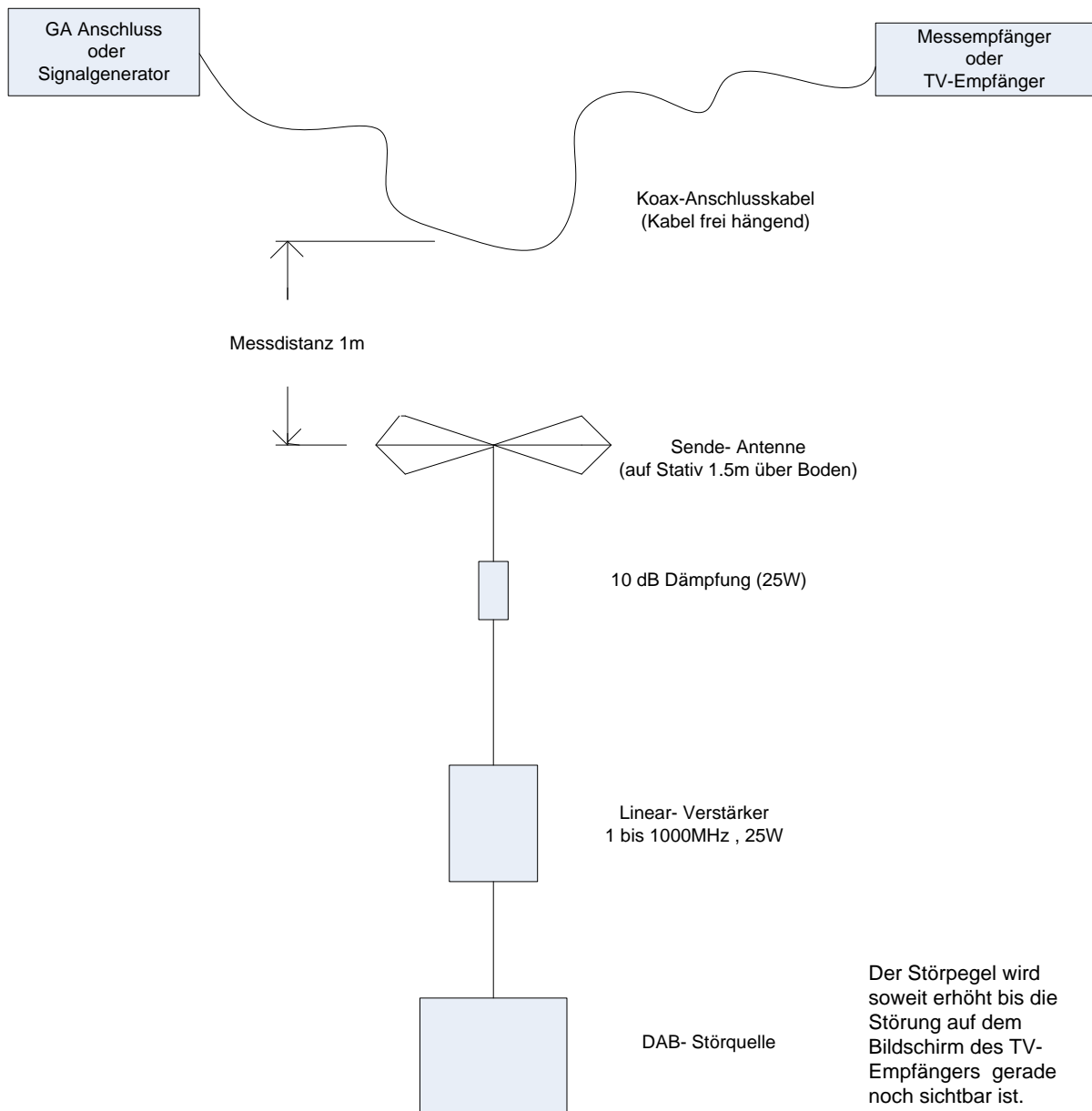
Der TV-Empfänger ist auf Kanal 12 abgestimmt und über ein 10m langes Anschlusskabel mit der Antennensteckdose verbunden. Das DAB-Signal wird über eine Sendeantenne, welche in 1m Abstand zum Anschlusskabel aufgestellt ist (siehe Zeichnung), abgestrahlt.

Das Stör-Signal muss soweit erhöht werden, bis am Bildschirm des TV-Empfängers die Störung gerade noch sichtbar ist. Bei dieser Position wird die vorhandene Störfeldstärke registriert.

3.2.1 Messaufbau Störeinstrahlung

Dieser Messaufbau wurde gewählt, um die Situation bei den Teilnehmern zu simulieren. Bei diesem Aufbau, wie auch bei den Teilnehmern vor Ort hat die Umgebung einen erheblichen Einfluss auf die Störeinwirkung durch das DAB-Signal beim Empfang des analogen TV-Kanals.

Messaufbau Einstrahlungsmessungen



3.3 Störfeldstärke

3.3.1 Messungen der Störbeeinflussung

Am Antenneneingang der Empfänger betrug das TV-Signal 60 dB μ V. Die Werte der Störfeldstärke beziehen sich auf ein Störsignal, welches am Bildschirm eine gerade noch sichtbare Störung zeigt. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Qualität (Schirmungsmass) des Anschlusskabels einen bedeutenden Einfluss auf die Störwirkung hat.

TV- Empfänger	Kabel	Kanal	Bildstörung sichtbar bei dBm (Channel Power) mit 30 dB Ant. Korr.	Bildstörung sichtbar bei umgerechnet auf Feldstärke (dB μ V/m)	Durchschnitt (dB μ V/m)
Sanyo	Typ 1	12A: 223.936 MHz	16.7	123.7	119.6
Sanyo	Typ 1	12B: 225.648 MHz	10.3	117.3	
Sanyo	Typ 1	12C: 227.360 MHz	13	120	
Sanyo	Typ 1	12D: 229.072 MHz	10.3	117.3	
Sanyo	Typ 2	12A: 223.936 MHz	-11	96	86.0
Sanyo	Typ 2	12B: 225.648 MHz	-28	79	
Sanyo	Typ 2	12C: 227.360 MHz	-23	84	
Sanyo	Typ 2	12D: 229.072 MHz	-22	85	
United	Typ 1	12A: 223.936 MHz	17	124	119.9
United	Typ 1	12B: 225.648 MHz	11	118	
United	Typ 1	12C: 227.360 MHz	16.6	123.6	
United	Typ 1	12D: 229.072 MHz	7	114	
United	Typ 2	12A: 223.936 MHz	-10	97	88.6
United	Typ 2	12B: 225.648 MHz	-28	79	
United	Typ 2	12C: 227.360 MHz	-14.5	92.5	
United	Typ 2	12D: 229.072 MHz	-21	86	
MSK200	Typ 1	12A: 223.936 MHz	17.2	124.2	123.8
MSK200	Typ 1	12B: 225.648 MHz	17	124	
MSK200	Typ 1	12C: 227.360 MHz	17	124	
MSK200	Typ 1	12D: 229.072 MHz	16	123	
MSK200	Typ 2	12A: 223.936 MHz	-4	103	105.3
MSK200	Typ 2	12B: 225.648 MHz	-12	95	
MSK200	Typ 2	12C: 227.360 MHz	0	107	
MSK200	Typ 2	12D: 229.072 MHz	9	116	
Sony LCD- Monitor	Typ 1	12A: 223.936 MHz	17.3	124.3	120.5
Sony LCD- Monitor	Typ 1	12B: 225.648 MHz	8	115	
Sony LCD- Monitor	Typ 1	12C: 227.360 MHz	12.5	119.5	
Sony LCD- Monitor	Typ 1	12D: 229.072 MHz	16.2	123.2	
Sony LCD- Monitor	Typ 2	12A: 223.936 MHz	-12	95	84.0
Sony LCD- Monitor	Typ 2	12B: 225.648 MHz	-33	74	
Sony LCD- Monitor	Typ 2	12C: 227.360 MHz	-27.7	79.3	
Sony LCD- Monitor	Typ 2	12D: 229.072 MHz	-19.5	87.5	

Kabel Typ 1: 110dB Schirmdämpfung

Kabel Typ 2: Kabelbezeichnung "100Hz"

4. Vorgaben (Normen)

4.1 Signalpegel an den Antennensteckdosen

Zugrunde liegende Norm: EN 50083-7 +A1:2000 [2]

4.1.1 Trägerpegel an Antennensteckdosen

4.1.1.1 Minimale und maximale Trägerpegel

Die minimalen und maximalen Trägerpegel werden durch viele Faktoren bestimmt, unter anderem durch die Leistungsdaten der gebräuchlichen Empfangsgeräte und die örtliche Praxis bei der Antenneninstallation. Die maximalen Pegelwerte (AM-RSB-Fernsehrundfunk) dürfen nicht überschritten werden und die minimalen Pegelwerte sollten nicht unter den in Tabelle 1 angegebenen liegen.

Rundfunkdienst	Minimaler Pegel dB(μ V)	Maximaler Pegel dB(μ V)
AM-RSB-Fernsehrundfunk	60 ^{*)}	80 ^{**)}
Frequenzmodulierte Fernsehsignale	47	77
DSR (HF)	siehe Anmerkung 3	siehe Anmerkung 3
DSR (1. ZF)	siehe Anmerkung 3	siehe Anmerkung 3
Frequenzmodulierte Tonrundfunksignale – mono	40	70 siehe Anmerkung 1
Frequenzmodulierte Tonrundfunksignale – stereo	50	70 siehe Anmerkung 1
64 QAM	47	67
QPSK	47	77
COFDM	in Beratung	in Beratung
16 QAM	in Beratung	in Beratung
256 QAM	in Beratung	in Beratung

*) 57 dB(μ V) nur bei Systemen mit 8-MHz- und 12-MHz-Kanalabstand
 **) 77 dB(μ V) nur bei Systemen mit mehr als 20 Kanälen
 ANMERKUNG 1 Um eine Übersteuerung bestimmter Empfänger zu vermeiden, kann es erforderlich sein, die oben angeführten maximalen Pegel z. B. mittels eines separaten Dämpfgliedes an einem bestimmten Systemausgang zu reduzieren.
 ANMERKUNG 2 Der mit Bezug auf den Bildträgerpegel zulässige Pegel des Fernsehträgers variiert von Fernsehsystem zu Fernsehsystem und hängt zudem von der Leistungsfähigkeit typischer Empfänger ab.
 ANMERKUNG 3 Signalpegel und Messverfahren für die Übertragungsnormen befinden sich in Beratung.
 ANMERKUNG 4 Hinweise zur Angabe der Signalpegel von digitalen Signalen hinsichtlich der Leistungsdichte enthält Anhang K.
 ANMERKUNG 5 Weitere Modulationstypen sind in Beratung.

Tabelle 1 – Trägersignalpegel an einer beliebigen Antennensteckdose

4.2 Störfestigkeit

4.2.1 Elektromagnetische Verträglichkeit von Kabelnetzen

4.2.1.1 Einige von den Normen vorgegebenen Grenzwerte [4]

4.2.1.1.1 Grundsätzlich gilt

Sofern eine höhere Störfeldstärke als 106 dB μ V/m auftritt und diese Feldstärke den entsprechenden Kanal im Kabelnetz stört, sind spezielle Massnahmen erforderlich (z.B. Erhöhung des Signalpegels an der Teilnehmer-Anschlussdose, Verbesserung der Schirmung des Netzes, Wechsel bzw. Nichtbelegung des betroffenen Kanals).

4.2.1.1.2 Störfestigkeitsgrenzwerte

Der Störfestigkeitsgrenzwert von 106 dB μ V/m ist in der Norm EN 50083-8 [3] festgelegt. Er legt die Bezugfeldstärke unmittelbar ausserhalb des Gebäudes fest, bei der ein definierter Träger-Störsignalabstand im Nutzkanal an jeder beliebigen Stelle im Netz vorhanden sein muss. Bei analogen Signalen ist er deutlich höher als bei digitalen. Die nachfolgenden Tabellen verdeutlichen dies.

4.2.1.1.3 Träger-Störsignalabstand

Analoges Signal

Die analogen Grenzwerte sind in der Norm EN 50083-8 [3] zu finden.

Frequenzbereich in MHz	Träger-Störsignalabstand
30 bis 950	≥ 57 dB (AM)

Tabelle 2 – Träger-Störsignalabstand zur Bezugfeldstärke beim analogen Signal

Digitales Signal

Die digitalen Grenzwerte sind in der Norm EN 50083-7 [2] zu finden.

Frequenzbereich in MHz	Träger-Störsignalabstand
30 bis 950	≥ 35 dB

Tabelle 3 – Träger-Störsignalabstand zur Bezugfeldstärke beim digitalen Signal

4.2.2 Störfeldstärken

4.2.3 Allgemeine Berechnung

4.2.3.1 Leistung

Mit dem oben erwähnten Störfestigkeitsgrenzwert von 106 dB μ V/m kann ein analoges TV-Signal ohne Störungen im CATV-Kabel auf Kanal 12 übertragen werden. In den Versorgungskarten (siehe 7.2) wird basierend auf der Sendeleistung die Feldstärke des DAB-Signals in der Umgebung des Senders dargestellt.

Die dafür verwendete Formel lautet:

$$P_{\text{ERP}} = (\text{Distanz [m]} * \text{Feldstärke [V/m]})^2 / 30 \quad [\text{W}]$$

Feldstärkeumrechnung [V/m] in [dB μ V/m]
 $[\text{V/m}] = 10^{((\text{dB}\mu\text{V/m})-120)/20}$

4.2.3.2 Kabelschirmung

Die Kabelschirmung kann laut Norm EN 50083-2 [1] heute mit minimal **85 dB** angenommen werden. Diese Dämpfung ist entscheidend mitverantwortlich für die Störfestigkeit von CATV-Anlagen.

Kopplungsfaktor eines $\lambda/2$ -Dipols

Spannung U, elektrische Feldstärke E, f in MHz

$$\begin{aligned} \text{Verhältnis} & \quad \rightarrow U/E = \lambda/2\pi \quad \rightarrow 20\log((300/f)/2\pi) \text{ [dB]} \\ \text{Für 225 MHz} & \quad \rightarrow 20\log((300/225)/2\pi) = \mathbf{6.4 \text{ dB}} \end{aligned}$$

4.2.3.3 Berechnung für analoges und digitales Signal

Minimales analoges Signal gemäss Norm EN 50083-7

Höchstwert der Feldstärke	Max. 106 dB μ V/m	93 dB μ V/m (erlaubte Feldstärke)
Minus Kopplungsfaktor (225 MHz)	- 6 dB (1/m) (bei 225 MHz)	
Minus Schirmdämpfung für passive Geräte (EN 50083-2 [1], Klasse A)	-85 dB	
Höchstwert des Störsignalpegels im Kabelnetz	15 dB μ V	
Plus Mindestwert Träger-Störsignalabstand (EN 50083-7) [2]	+ 57 dB	
Plus Toleranzzuschlag	+ 1 dB	
Mindestwert Signalpegel im Kabelnetz an der Teilnehmer-Anschlussdose (EN 50083-7)	73 dB μ V	60 dBμV

Gegenüber dem Rechenbeispiel in der Norm EN 50083-8 [3] fehlen rund **13 dB**. Das heisst, dass das Störsignal um diesen Wert reduziert werden muss.

Minimales analoges Signal gemäss Norm EN 50083-7 (bei 100dB Kabel)

Höchstwert der Feldstärke	Max. 106 dB μ V/m	108dB μ V/m (erlaubte Feldstärke)
Minus Kopplungsfaktor (225 MHz)	- 6 dB (1/m) (bei 225 MHz)	
Minus Schirmdämpfung für passive Geräte (EN 50083-2 [1], Klasse A)	-100 dB	
Höchstwert des Störsignalpegels im Kabelnetz	0 dB μ V	
Plus Mindestwert Träger-Störsignalabstand (EN 50083-7) [2]	+ 57 dB	
Plus Toleranzzuschlag	+ 1 dB	
Mindestwert Signalpegel im Kabelnetz an der Teilnehmer-Anschlussdose (EN 50083-7)	58 dB μ V	60 dBμV

Gegenüber dem Rechenbeispiel in der Norm EN 50083-8 [3] besteht eine Reserve von rund **2 dB**. Das heisst, dass das Störsignal um diesen Wert höher sein darf.

Maximales analoges Signal gemäss Norm EN 50083-7

Höchstwert der Feldstärke	Max. 106 dB μ V/m	113 dB μ V/m (erlaubte Feldstärke)
Minus Kopplungsfaktor (225 MHz)	- 6 dB (1/m) (bei 225 MHz)	
Minus Schirmdämpfung für passive Geräte (EN 50083-2 [1], Klasse A)	- 85 dB	
Höchstwert des Störsignalpegels im Kabelnetz	15 dB μ V	
Plus Mindestwert Träger-Störsignalabstand (EN 50083-7) [2]	+ 57 dB	
Plus Toleranzzuschlag	+ 1 dB	
Höchstwert Signalpegel im Kabelnetz an der Teilnehmer-Anschlussdose (EN 50083-7)	73 dB μ V	80 dBμV

Gegenüber dem Rechenbeispiel in der Norm EN 50083-8 [3] besteht eine Reserve von rund **7 dB**.
Das heisst, dass das Störsignal um diesen Wert höher sein darf.

Maximales analoges Signal gemäss Norm EN 50083-7 (bei 100dB Kabel)

Höchstwert der Feldstärke	Max. 106 dB μ V/m	128 dB μ V/m (erlaubte Feldstärke)
Minus Kopplungsfaktor (225 MHz)	- 6 dB (1/m) (bei 225 MHz)	
Minus Schirmdämpfung für passive Geräte (EN 50083-2 [1], Klasse A)	- 100 dB	
Höchstwert des Störsignalpegels im Kabelnetz	0 dB μ V	
Plus Mindestwert Träger-Störsignalabstand (EN 50083-7) [2]	+ 57 dB	
Plus Toleranzzuschlag	+ 1 dB	
Höchstwert Signalpegel im Kabelnetz an der Teilnehmer-Anschlussdose (EN 50083-7)	58 dB μ V	80 dBμV

Gegenüber dem Rechenbeispiel in der Norm EN 50083-8 [3] besteht eine Reserve von rund **22 dB**.
Das heisst, dass das Störsignal um diesen Wert höher sein darf.

Digitales Signal gemäss Norm EN 50083-7

Höchstwert der Feldstärke	Max. 106 dB μ V/m	115 dB μ V/m (erlaubte Feldstärke)
Minus Kopplungsfaktor (225 MHz)	- 6 dB (1/m) (bei 225 MHz)	
Minus Schirmdämpfung für passive Geräte (EN 50083-2 [1], Klasse A)	- 85 dB	
Höchstwert des Störsignalpegels im Kabelnetz	15 dB μ V	
Plus Mindestwert Träger-Störsignalabstand (EN 50083-7) [2]	+ 35 dB	
Plus Toleranzzuschlag	+ 1 dB	
Mindestwert Signalpegel im Kabelnetz an der Teilnehmer-Anschlussdose (EN 50083-7)	51 dB μ V	60 dBμV

Gegenüber dem Rechenbeispiel in der Norm EN 50083-8 [3] besteht eine Reserve von rund **9 dB**.
Das heisst, dass das Störsignal um diesen Wert höher sein darf.

Digitales Signal gemäss Norm EN 50083-7 (bei 100dB Kabel)

Höchstwert der Feldstärke	Max. 106 dBµV/m	130 dBµV/m (Erlaubte Feldstärke)
Minus Kopplungsfaktor (225 MHz)	- 6 dB (1/m) (bei 225 MHz)	
Minus Schirmdämpfung für passive Geräte (EN 50083-2 [1], Klasse A)	- 100 dB	
Höchstwert des Störsignalpegels im Kabelnetz	0 dBµV	
Plus Mindestwert Träger-Störsignalabstand (EN 50083-7) [2]	+ 35 dB	
Plus Toleranzzuschlag	+ 1 dB	
Mindestwert Signalpegel im Kabelnetz an der Teilnehmer-Anschlussdose (EN 50083-7)	36 dBµV	60 dBµV

Gegenüber dem Rechenbeispiel in der Norm EN 50083-8 [3] besteht eine Reserve von rund **24 dB**. Das heisst, dass das Störsignal um diesen Wert höher sein darf.

4.2.4 Elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten

Auszug gemäss EN Norm EN 50083-2: [1]

Seite 30
EN 50083-2:2001

Tabelle 5b – Grenzwerte für die Innerbandstörfestigkeit
(Mindestwert der Feldstärke zur Erfüllung des Gütekriteriums nach 4.3)

Frequenzbereich MHz	Pegel ¹⁾ dB(µV) (EMK)	Feldstärke dB(µV/m)
0,15 bis 80	106	–
80 bis 950	–	106
950 bis 3 000 (FM)	–	106
3 000 bis 25 000	–	in Beratung

¹⁾ Bei Signal- und Steueranschlüssen ist diese Anforderung nur für Anschlüsse mit Kabeln anwendbar, deren Gesamtlänge entsprechend der Funktionsbeschreibung des Herstellers 3 m überschreiten darf. Bei Gleich- und Wechselstromversorgungsanschlüssen muss diese Anforderung ohne Einschränkung eingehalten werden.

ANMERKUNG 1 Bei Geräten, die direkt an Empfangsantennen angeschlossen werden, gelten die Anforderungen an die Innerbandstörfestigkeit nicht für die Eingangsfrequenzbereiche.

ANMERKUNG 2 Die äussere Störfestigkeit eines Kabelverteilnetzes in seiner Gesamtheit kann aufgrund der Dämpfung durch die umgebenden Gebäude und ähnlicher Faktoren größere Werte annehmen als die Störfestigkeit der im Netz installierten Geräte.

4.3 Störabstand am Empfängereingang

Gemäss CCIR, Vol. XI, 1974, Rapport 306-2 wird der Empfang als gestört betrachtet, wenn die folgenden Werte (blaue Kurve) unterschritten werden. Diese Kurve zeigt den Störabstand in Funktion des Frequenzversatzes zwischen Bildträger und Störfrequenz (CCIR-Norm, 625 Zeilen, PAL)

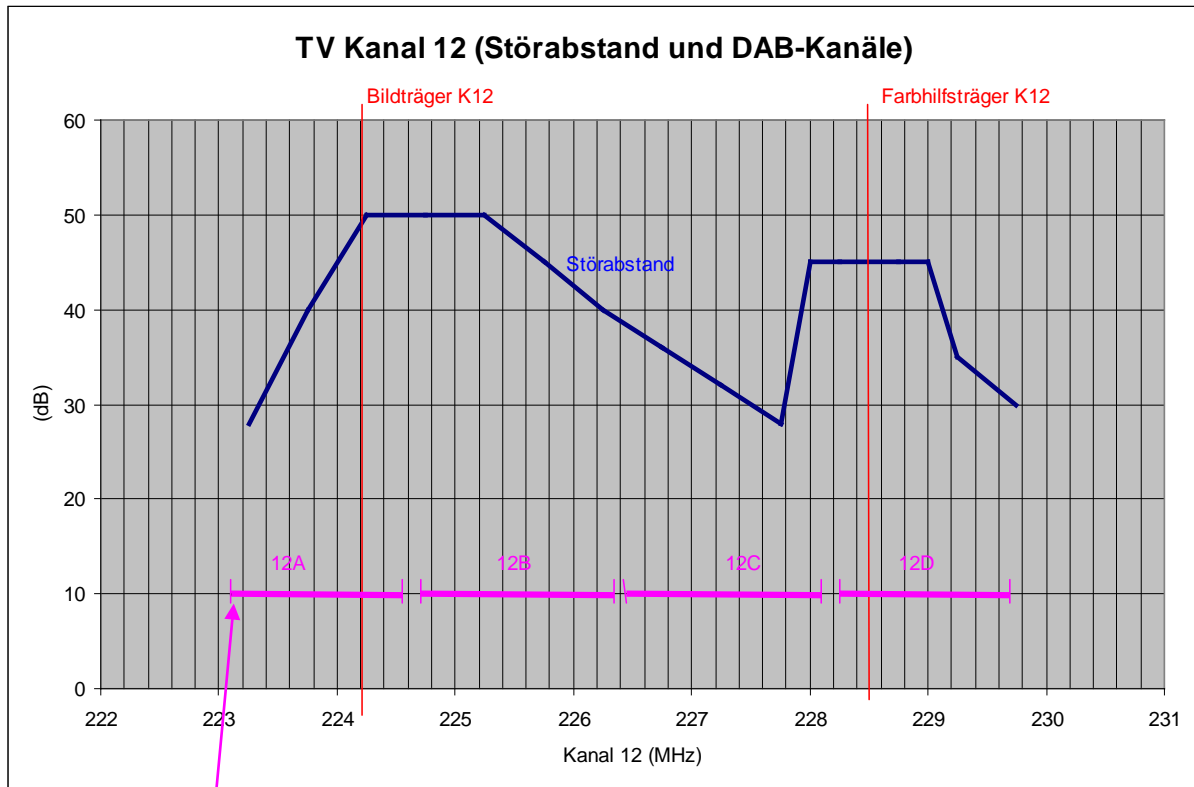


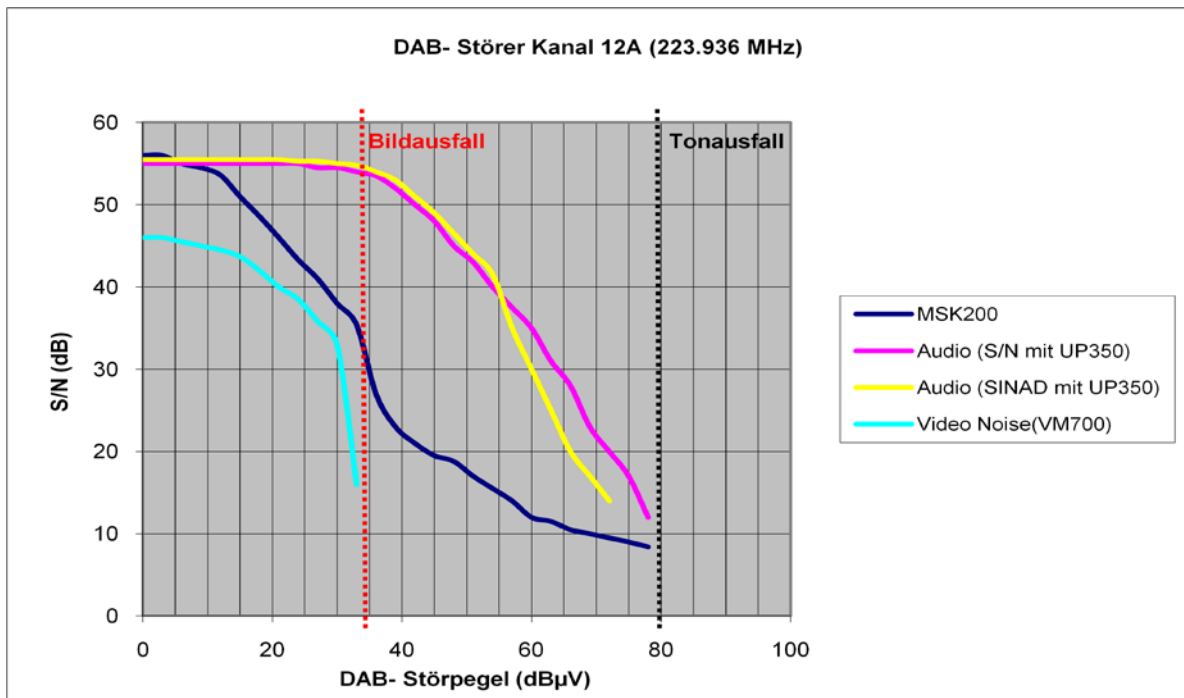
Tabelle 4 – DAB-Kanäle welche sich im Frequenzbereich des TV-Kanals 12 befinden

5. Messresultate

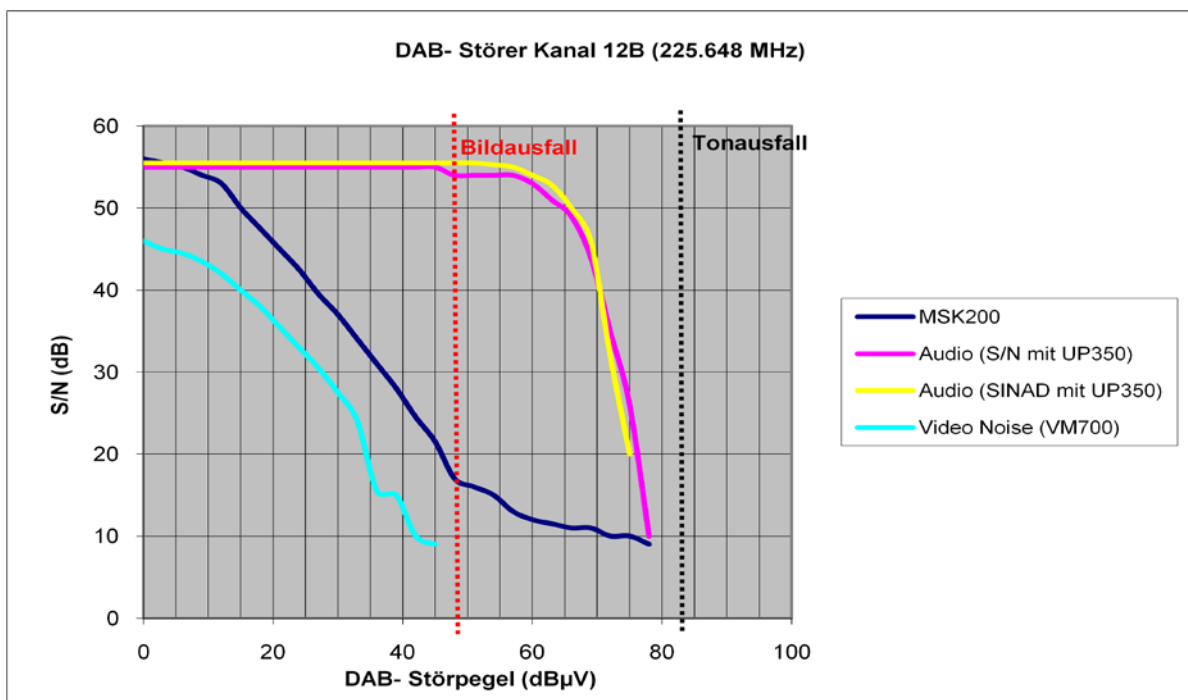
5.1 Störabstand

- TV- Kanal 12 (224.25 MHz) 64dB μ V
- MSK200 S/N ohne Störer ~ 56 dB
- UP350 ohne Störer ~ -55dB

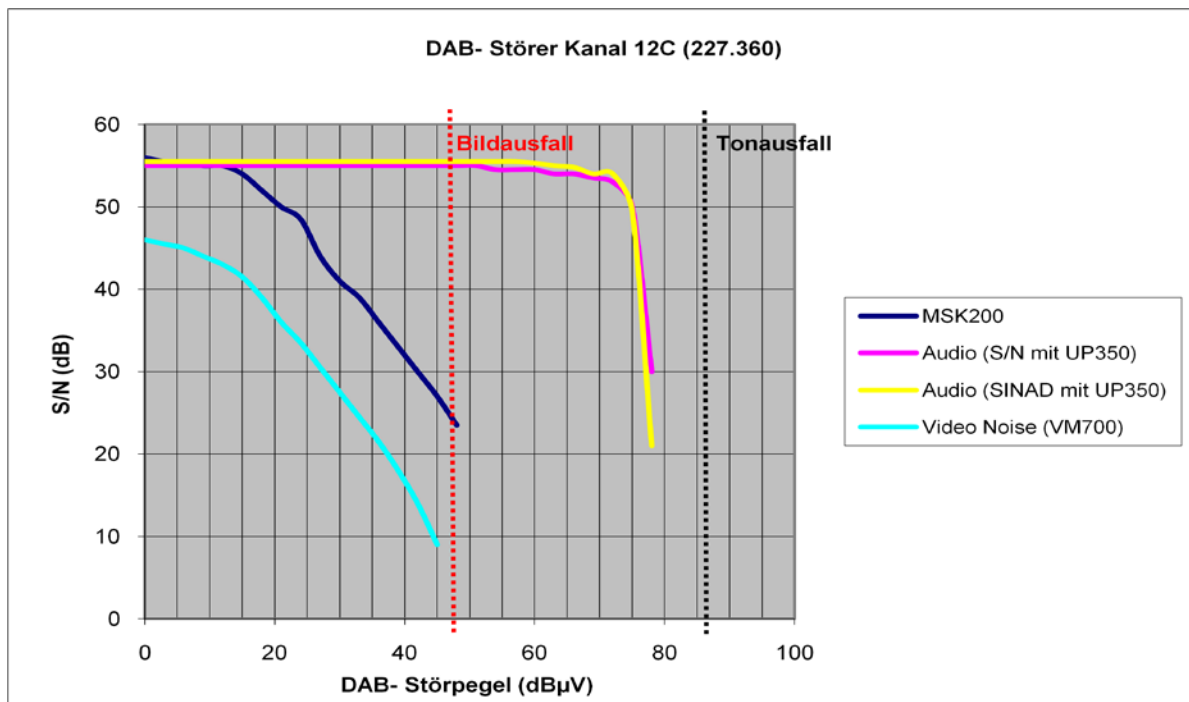
DAB- Störer Kanal 12A 223.936 MHz						
DAB- Störpegel dB μ V	S/N MSK200	Audio S/N (RMS) UP350 (dBr)	Audio SINAD UP350	Störung im Ton hörbar	Störung im Bild sichtbar	S/N VM700 dB rms
0	56	55	55.5	nein	nein	46
3	56	55	55.5	nein	nein	46
6	55	55	55.5	nein	nein	45.5
9	54.5	55	55.5	nein	nein	45
12	53.6	55	55.5	nein	nein	44.5
15	51	55	55.5	nein	nein	43.7
18	48.6	55	55.5	nein	nein	42
21	46	55	55.5	nein	schwach	40
24	43.3	55	55.3	nein	schwach	38.5
27	41	54.5	55.3	nein	gut sichtbar	35.8
30	38	54.5	55	nein	gut sichtbar	33
33	35.4	54	54.8	nein	störend	16
36	27	53.5	54	nein	teilw. Ausfall	
39	23	52	53	nein	Ausfall	
42	21	50	51	nein	Ausfall	
45	19.5	48	49	nein	Ausfall	
48	18.8	45	46.5	nein	Ausfall	
51	17	43	44	nein	Ausfall	
54	15.5	40	41.5	nein	Ausfall	
57	14	37.5	35	nein	Ausfall	
60	12	35	30	nein	Ausfall	
63	11.5	31	25	nein	Ausfall	
66	10.5	28	20	schwach hörbar	Ausfall	
69	10	23	17	gut hörbar	Ausfall	
72	9.5	20	14	störend	Ausfall	
75	9	17		Ausfall	Ausfall	
78	8.4	12		Ausfall	Ausfall	



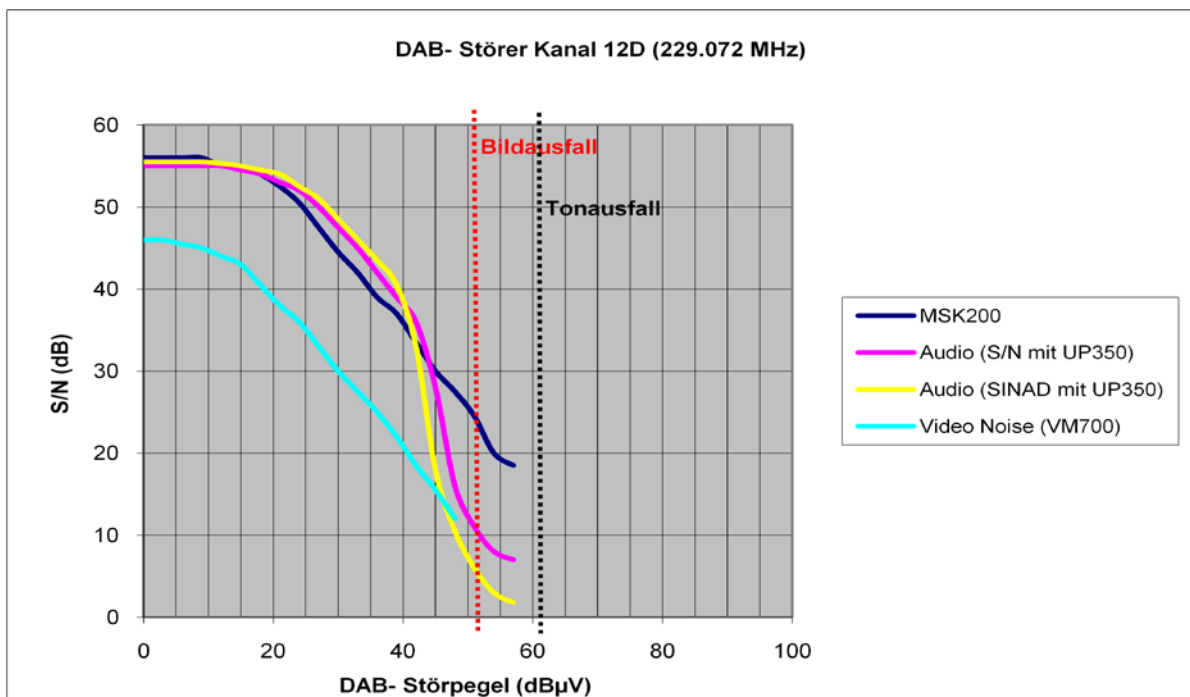
DAB- Störer Kanal 12B 225.648 MHz						
DAB- Störpegel dB μ V	S/N MSK200	Audio S/N (RMS) UP350 (dBr)	Audio SINAD UP350	Störung im Ton hörbar	Störung im Bild sichtbar	S/N VM700 dB rms
0	56	55	55.5	nein	nein	46
3	55.5	55	55.5	nein	nein	45
6	55	55	55.5	nein	nein	44.5
9	54	55	55.5	nein	nein	43.5
12	53	55	55.5	nein	nein	42
15	50	55	55.5	nein	nein	40
18	47.5	55	55.5	nein	nein	38
21	45	55	55.5	nein	nein	35.5
24	42.5	55	55.5	nein	schwach	33
27	39.5	55	55.5	nein	schwach	30.5
30	37	55	55.5	nein	schwach	27.5
33	34	55	55.5	nein	gut sichtbar	24
36	31	55	55.5	nein	gut sichtbar	15.5
39	28	55	55.5	nein	störend	15
42	24.5	55	55.5	nein	teilw. Ausfälle	10
45	21.5	55	55.5	nein	teilw. Ausfälle	9
48	17	54	55.5	nein	Ausfall	
51	16	54	55.5	nein	Ausfall	
54	15	54	55.3	nein	Ausfall	
57	13	54	55	nein	Ausfall	
60	12	53	54	nein	Ausfall	
63	11.5	51	52.8	nein	Ausfall	
66	11	49	50	nein	Ausfall	
69	11	44	46	nein	Ausfall	
72	10	35	32	schwach hörbar	Ausfall	
75	10	26	20	gut hörbar	Ausfall	
78	9	10		Ausfälle	Ausfall	



DAB- Störer Kanal 12C 227.360 MHz						
DAB- Stör- pegel dB μ V	S/N MSK200	Audio S/N (RMS) UP350 (dBr)	Audio SINAD UP350	Störung im Ton hörbar	Störung im Bild sichtbar	S/N VM700 dB rms
0	56	55	55.5	nein	nein	46
3	55.5	55	55.5	nein	nein	45.5
6	55.5	55	55.5	nein	nein	45
9	55	55	55.5	nein	nein	44
12	55	55	55.5	nein	nein	43
15	54	55	55.5	nein	nein	41.5
18	52	55	55.5	nein	nein	39
21	50	55	55.5	nein	nein	36
24	48.5	55	55.5	nein	nein	33.5
27	44	55	55.5	nein	nein	30.5
30	41	55	55.5	nein	schwach	27.5
33	39	55	55.5	nein	schwach	24.5
36	36	55	55.5	nein	schwach	21.5
39	33	55	55.5	nein	störend	18
42	30	55	55.5	nein	störend	14
45	27	55	55.5	nein	sehr störend	9
48	23.5	55	55.5	nein	teilweise Ausfälle	
51		55	55.5	nein	Ausfall	
54		54.5	55.5	nein	Ausfall	
57		54.5	55.5	nein	Ausfall	
60		54.5	55.3	nein	Ausfall	
63		54	55	nein	Ausfall	
66		54	54.8	nein	Ausfall	
69		53.5	54	nein	Ausfall	
72		53	54	nein	Ausfall	
75		50	49.5	nein	Ausfall	
78		30	21	störend	Ausfall	



DAB- Störer Kanal 12D 229.072 MHz						
DAB- Stör- pegel dB μ V	S/N MSK200	Audio S/N (RMS) UP350 (dBr)	Audio SINAD dB UP350	Störung im Ton hörbar	Störung im Bild sichtbar	S/N VM700 dB rms
0	56	55	55.5	nein	nein	46
3	56	55	55.5	nein	nein	46
6	56	55	55.5	nein	nein	45.5
9	56	55	55.5	nein	nein	45
12	55	55	55.3	nein	nein	44
15	55	54.5	55	nein	nein	43
18	54	54	54.5	nein	nein	40.5
21	52.5	53	54	nein	schwach	38
24	50.5	52	52.5	nein	schwach	36
27	47.5	50	51	nein	schwach	33
30	44.5	47.5	48.5	nein	schwach	30
33	42	45	46	nein	störend	27.5
36	39	42	43.5	nein	störend	25
39	37	39	40.5	nein	sehr störend	22
42	33.5	36	33	nein	sehr störend	18.5
45	30	28	18	schwach hörbar	sehr störend	15.5
48	27.5	16	10.5	störend	sehr störend	12
51	24.5	11	6	sehr störend	teilweise Ausfälle	
54	20	8	3	unverständlich	Ausfall	
57	18.5	7	1.8	Ausfall	Ausfall	
60				Ausfall	Ausfall	
63				Ausfall	Ausfall	
66				Ausfall	Ausfall	
69				Ausfall	Ausfall	
72				Ausfall	Ausfall	
75				Ausfall	Ausfall	
78				Ausfall	Ausfall	



6. Messmittel

6.1 Messgeräte

TV- Signalgenerator (Nutzpegel),	„Grundig“	FG 70S Pal	
DAB- Signalgenerator (Störpegel)	„R&S“	SFE	Inv. Nr. 22695
Leistungsverstärker 25W,	„AR“	25W/1000B	Inv. Nr. 27369
Sendeantenne Biconical	„Schwarzbeck“	BBA 9106	
Richtkoppler,	„HP“	778D	Inv. Nr. 27332
NF-Analyzer	„R/S“	UP350	
Messantenne	„R/S“	HE 200	Inv. Nr. 21072
Videoanalyser	„Tektronix“	VM 700	
Spectrumanalyser	„R&S“	FSH6	

6.2 TV- Empfänger

Messempfänger	„Kathrein“	MSK 200	Inv. Nr. 22668
TV- Empfänger	Sanyo	Model CE14AT3-C	Serie Nr. 34505133
TV- Empfänger	United	UTV14X Silver	Serie Nr. 5020013342
TV- Empfänger	Sony LCD	KDL-26V4710	Serie Nr. 9406684, 10/2008

7. Anhang

7.1 Bilder TV-Geräte



„United“ UTV14X Silver



„Sanyo“ Model CE14AT3-C



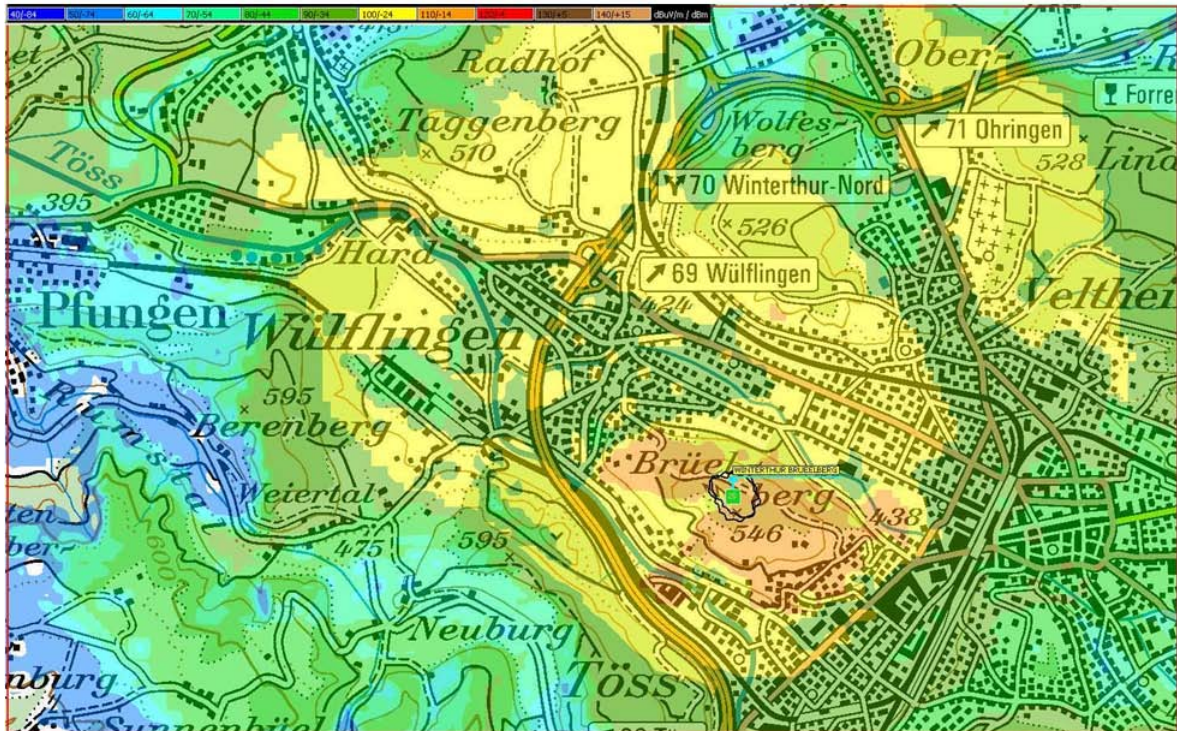
„Sony“ LCD, KDL-26V4710



„Kathrein“ MSK 200

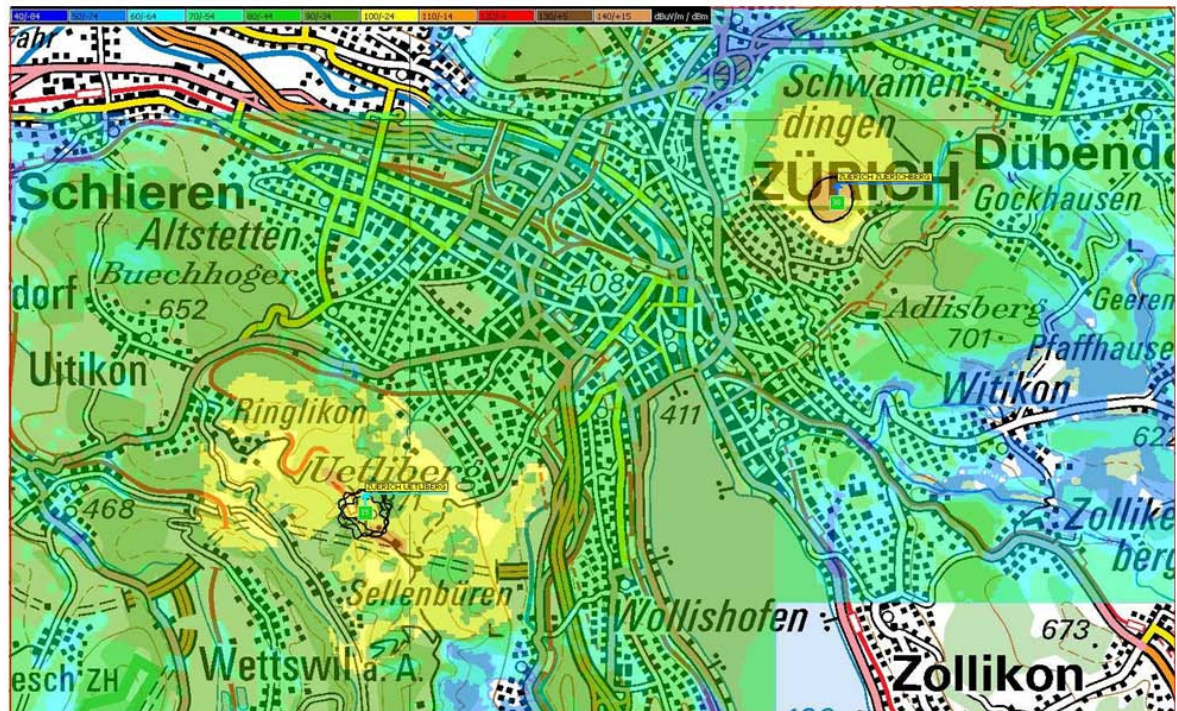
7.2 DAB Versorgungskarten

Region Winterthur



Mit einem schlechten Anschlusskabel können in der gelben Zone Störungen auftreten.
Mit einem guten Anschlusskabel treten erst in der roten Zone (sofern vorhanden) Störungen auf.
Diese Angaben sind unter Annahme einer Gebäudedämpfung von 10dB zu verstehen.

Region Zürich



Mit einem schlechten Anschlusskabel können in der gelben Zone Störungen auftreten.
Mit einem guten Anschlusskabel treten erst in der roten Zone (sofern vorhanden) Störungen auf.
Diese Angaben sind unter Annahme einer Gebäudedämpfung von 10dB zu verstehen.

7.3 Verwendung von Video-Recorder

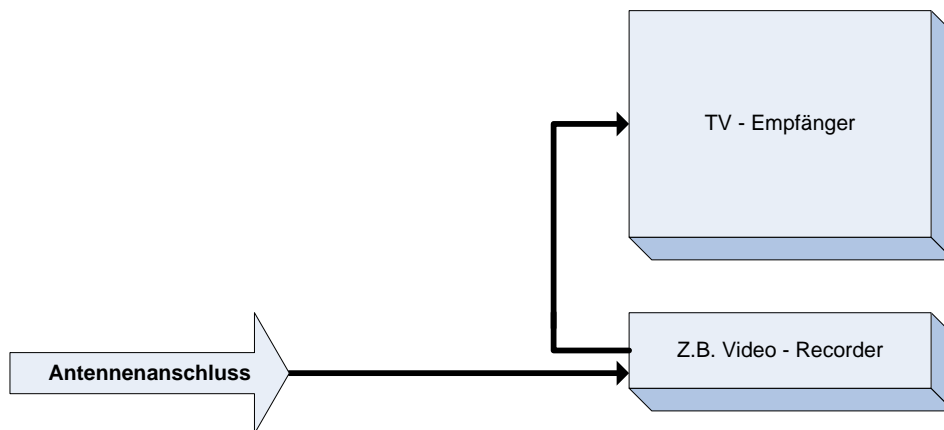
Beim Betrieb von zusätzlichen Aufnahmegeräten wird das Antennensignal für den TV-Empfänger meistens über einen Recorder geschleuft. Die Recorder sind mit einem Breitbandverstärker ausgerüstet. Das bedeutet, dass das Antenneneingangssignal nach dem Eingang verstärkt und danach dem Ausgang des Recorders zugeführt wird.

Bei einer Einstrahlung auf den Eingang des Recorders, z.B. durch einen DAB-Sender, wird auch das Störsignal verstärkt. Das zusätzliche starke Signal führt dann meistens zu einer Übersteuerung des Verstärkers mit der Wirkung, dass das Nutzsignal gestört wird. Das Antennensignal für den TV-Empfänger sollte darum nicht am Ausgang des Recorders abgenommen werden.

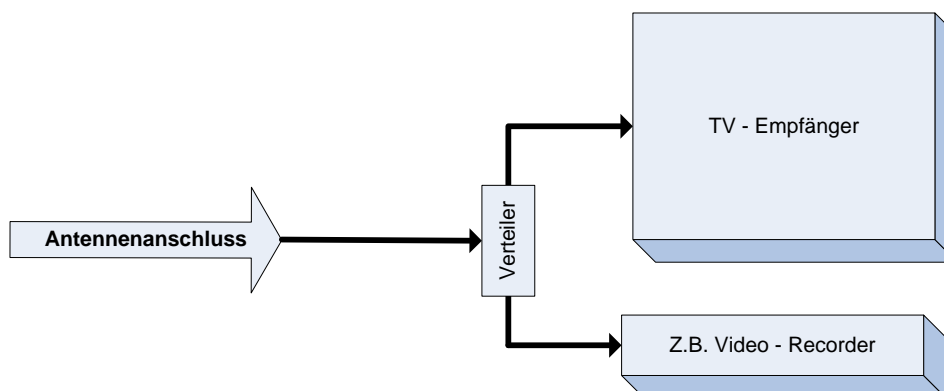
Abhilfe schafft eine Zuführung des Antennensignals auf die Empfangsgeräte über einen Verteiler, ohne dass es im Recorder geschleuft wird (s. Diagramme unten).

7.4 Beispiel für den Geräte Anschluss

Anschlussart ohne Verteiler die zu Störungen führt



Anschlussart mit Verteiler zur Störungsverminderung



7.5 Referenzen

[1]	CENELEC-Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste, Teil 2 : Elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten, EN 50083-2, 2001
[2]	CENELEC-Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste, Teil 7 : Systemanforderungen, EN 50083-7, 2000
[3]	CENELEC-Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste, Teil 8: Elektromagnetische Verträglichkeit von Kabelnetzen, EN 50083-8, 2002
[4]	BAKOM-Bericht: Die Auswirkungen der Einstrahlung ins CATV – Netz Das CATV - Netz ist moduliert mit analogem und digitalem CATV - Signal Breitenmoser Hans 18.06.2009