

# APPLICATION NOTE

## AN 002

Störstrahlungsmessung



## Inhaltsverzeichnis

---

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>		<b>1</b>
<b>KAPITEL 1</b>		<b>2</b>
	<b>Über dieses Dokument</b> -----	<b>2</b>
1.1	Revisionen -----	2
1.2	Referenzdokumente -----	2
1.3	Kontakt zum Hersteller -----	2
<b>KAPITEL 2</b>		<b>3</b>
	<b>Grundlagen</b> -----	<b>3</b>
2.1	Hintergrund -----	3
2.2	Messprinzip -----	3
<b>KAPITEL 3</b>		<b>5</b>
	<b>Hardwarekomponenten</b> -----	<b>5</b>
3.1	Benötigte Hardware und Zusatzoptionen-----	5
3.1.1	Hardware im Messgerät AMA 310 -----	5
3.1.2	Kennfrequenzgenerator KFG 242 -----	5
3.1.3	Peilset EMI 240 -----	5
3.1.4	Leckstellensonde EMI 241 -----	6
3.1.5	Laserentfernungsmesser BOSCH DLE70 Professional -----	6
3.1.6	Lieferumfang-----	6
3.2	Technische Daten und Bedienung -----	7
3.2.1	Kennfrequenzgenerator KFG 242 -----	7
3.2.2	Yagi-Antenne EMI 240/Y -----	8
3.2.3	Vorverstärker EMI 240/V -----	9
3.2.4	Leckstellensonde EMI 241 -----	9
3.2.5	Laserentfernungsmesser BOSCH DLE70 Professional -----	9
3.2.6	AMA 310-----	9
<b>KAPITEL 4</b>		<b>10</b>
	<b>Vorgehen bei der Messung</b> -----	<b>10</b>
4.1	Ausrüsten der Kopfstelle mit dem Kennfrequenzgenerator und Einpegelung -----	10
4.2	Ablauf einer Messung -----	10
4.3	Erhöhte Flexibilität der EMI-Messoption ab der Firmwareversion Vxx.07a -----	12
4.4	Korrekturfaktoren der Antennensets EMI 240 und EMI 241 -----	13
4.5	Mögliche Fehlerquellen und Einflüsse auf die Messung-----	13

## **Kapitel 1**

### **Über dieses Dokument**

---

Dieses Dokument beinhaltet Informationen zur Option „Störstrahlungsmessung“ (EMI) von Antennenmessempfängern vom Typ AMA 310.

#### **1.1 Revisionen**

V00.01 Januar 2011  
Erste Veröffentlichung

V00.02 Juni 2011  
Ergänzung bezüglich Pegelabsenkung der Kennung bei analoger Belegung von S21

V00.03 September 2011  
Ergänzung bezüglich des variabel einstellbaren Frequenzbereiches und Antennenkorrekturfaktors im Messgerät AMA 310 ab der Firmwareversion Vxx.07a

#### **1.2 Referenzdokumente**

Diese Application Note bezieht sich auf folgende Dokumente:

- AMA 310 Antennenmessempfänger Bedienungsanleitung
- Verordnung zum Schutz von öffentlichen Telekommunikationsnetzen und Sende- und Empfangsfunkanlagen, die in definierten Frequenzbereichen zu Sicherheitszwecken betrieben werden (Sicherheitsfunk-Schutzverordnung (SchuTSEV))

#### **1.3 Kontakt zum Hersteller**

Für aktuelle Informationen zu Produkten von KWS-Electronic besuchen Sie unsere Homepage [www.kws-electronic.de](http://www.kws-electronic.de). Dort finden Sie auch alle Kontaktdaten.

## Kapitel 2

# Grundlagen

---

### 2.1 Hintergrund

Seit Mai 2009 gilt die „Verordnung zum Schutz von öffentlichen Telekommunikationsnetzen und Sende- und Empfangsfunkanlagen, die in definierten Frequenzbereichen zu Sicherheitszwecken betrieben werden“ (SchuTSEV). In ihr wird zum Beispiel die Abschaltung von analogen TV-Inhalten in den Sonderkanälen S2 bis S5 zum Schutz von Flugfunkfrequenzen (108 – 137 MHz) geregelt. Darüber hinaus stellt die Verordnung hohe Anforderungen an die Kabelnetze hinsichtlich ihrer maximal zulässigen ausgesendeten Störfeldstärken. Neben einigen Flugfunkbändern können durch Störaussendungen aus Kabelnetzen auch so genannte BOS-Funkdienste (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) gestört werden (Polizei, Bundespolizei, Feuerwehren, ...).

Von der Theorie aus betrachtet strahlen koaxiale Strukturen, wie man sie in BK-Netzen vorfindet, keine elektromagnetischen Wellen ab. In der Praxis weisen Kabelnetze jedoch Abweichungen vom Idealzustand auf, wodurch ein Teil der Energie des Signals das im Kabel geführt wird in die Umgebung abgestrahlt wird. Die Intensität dieser unerwünschten Funkwellen kann beispielsweise durch die Verwendung hochwertiger Materialien, Sorgfalt bei der Installation und durch angemessene Wartung der Anlagen minimiert werden.

Überprüft wird die Einhaltung der Grenzwerte durch die Bundesnetzagentur.

Für analoge Signale wurde in der SchuTSEV für den Frequenzbereich von 30 MHz bis 1000 MHz ein Grenzwert für die elektrische Störfeldstärke von 27 dB $\mu$ V/m in 3 Meter Abstand zum Messobjekt festgelegt. Für breitbandige, digitale Signale liegt der Grenzwert bei 18 dB $\mu$ V/m. Das bedeutet, dass - zum Beispiel nach der Inbetriebnahme einer neuen BK-Haus-Verteilung - sichergestellt werden muss, dass an keinem Punkt in 3 m Entfernung zur Gebäudeaußenwand die maximale Störfeldstärke von 27 dB $\mu$ V/m überschritten wird. Dabei muss die Messung nicht unbedingt in exakt 3 m Entfernung erfolgen. Es ist ebenso möglich in einer anderen Entfernung zu messen und den gemessenen Wert mittels einer Formel auf die Standardentfernung zu normieren.

Die Einhaltung der in der SchuTSEV geforderten Grenzwerte ist absolut notwendig und daher eine Überprüfung unumgänglich. In letzter Konsequenz kann die Bundesnetzagentur bei Nichteinhaltung der Grenzwerte und bei nicht vorhandener Bereitschaft, Verbesserungen an der Anlage vorzunehmen und die Störemissionen zu reduzieren „den Betrieb der leitergebundenen Telekommunikationsanlage (...) ganz oder teilweise untersagen“. Auch fordert die Verordnung, dass die Vermessung der Störemissionen dokumentiert wird. Auf Aufforderung der Bundesnetzagentur sind diese Dokumentationen vorzulegen. Es ist auch zu beachten, dass die Dokumentation nicht nur beim Anlagenneubau oder bei konstruktiven Veränderungen zu erfolgen hat. Wenn auch nur beispielsweise eine Kanalumbelegung, die Aufschaltung neuer Kanäle oder eine Digitalisierung analoger Kanäle erfolgt, muss immer nachgewiesen und dokumentiert werden, dass nach Abschluss der Maßnahme die Grenzwerte für Störaussendungen immer noch eingehalten werden.

Somit ist ein Messverfahren, das das Problem von abgestrahlter elektro-magnetischer Energie nicht nur qualitativ sondern auch quantitativ bewertbar macht, für den Netzbetreiber ein unverzichtbares Werkzeug.

Das Prinzip des in diesem Messgerät implementierten Verfahrens zur Störstrahlungsmessung wird von vielen bedeutenden Kabelnetzbetreibern eingesetzt und ist zu deren Messverfahren vollständig kompatibel.

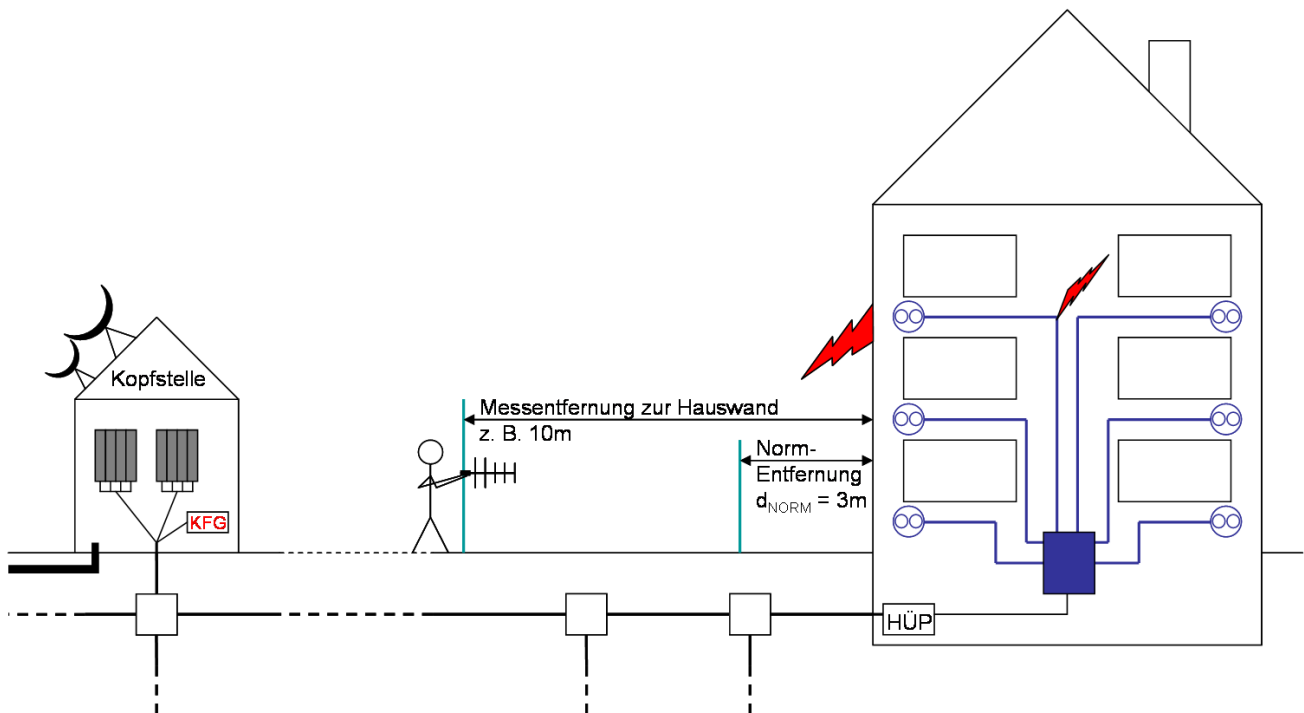
### 2.2 Messprinzip

Das Messprinzip ist in folgender Abbildung grafisch dargestellt. Für die Messung muss in die Kopfstelle ein so genannter Kennfrequenzgenerator (KFG) integriert werden. Dessen Ausgangssignal wird zusammen mit allen analogen und digitalen Fernsehprogrammen und sämtlichen sonstigen Diensten ins Kabelnetz eingespeist. Der KFG sendet bei einer Frequenz von etwa 301

## 4 Kapitel 2 - Grundlagen

MHz kontinuierlich ein schmalbandiges Signal aus. Grund für die Wahl der Frequenz von 301 MHz ist, dass sich dort in praktisch jedem Kabelnetz mit Standard-Kanalraster eine Frequenzlücke im Spektrum befindet.

Das bedeutet, dass im Bereich dieser Frequenz keine Fernseh-, Internet oder sonstigen Dienste ins Netz eingespeist werden. Das Signal des KFG breitet sich zusammen mit allen Fernsehprogrammen und Mehrwertdiensten im Kabelnetz aus. Befinden sich nun auf dem Kabelweg zwischen Kopfstelle und Verbraucherendgerät Leckstellen, an denen elektromagnetische Energie die koaxiale Struktur des Kabelnetzes verlassen kann, ist das Signal des KFG in der Umgebung der Leckstelle messbar. Gründe für Leckstellen können unzureichend geschirmte Kabel, Kabelbrüche, korrodierte Stecker und Verbindungen, Beschädigungen des Kabelmantels, unzureichend festgezogene F-Stecker-Verbindungen und viele mehr sein. Zur eindeutigen Identifizierung woher ein gemessener Störpegel kommt ist dem Signal des KFG eine Kennung aufmoduliert. Diese Kennung ist frei konfigurierbar und besteht aus bis zu 13 Buchstaben, Ziffern und Sonderzeichen.



Ist nun die austretende Störstrahlung an einem Gebäude zu dokumentieren, werden um das Gebäude herum Messungen durchgeführt. Mit einer auf die Frequenz von 301 MHz optimierten Empfangsantenne wird die austretende elektrische Feldstärke bei dieser Frequenz empfangen. Die Ausgangssignalamplitude der Antenne wird mit dem Messempfänger vermessen und mit einigen Kenndaten der Antenne in eine elektrische Feldstärke am Ort der Messung umgerechnet. Findet die Messung nicht in der Standardentfernung von 3 Metern statt, kann das Messgerät die Feldstärke auf diese Entfernung umrechnen. Da es sich bei dem Signal des Kennfrequenzgenerators um ein schmalbandiges, analoges Signal handelt, gilt für ihn der Grenzwert für die elektrische Feldstärke von 27 dB $\mu$ V/m in 3 Meter Abstand. Nun kann entschieden werden, ob der zulässige Höchstwert eingehalten worden ist oder nicht. Die empfangene Kennung kann zur Identifikation und zur Dokumentation verwendet werden.

## Kapitel 3

### Hardwarekomponenten

---

#### 3.1 Benötigte Hardware und Zusatzoptionen

##### 3.1.1 Hardware im Messgerät AMA 310

Im Messgerät muss die Option „EMI“ bestückt sein.

##### 3.1.2 Kennfrequenzgenerator KFG 242



Der Kennfrequenzgenerator KFG 242 muss in die Kopfstelle integriert werden. Ein KFG in der Kopfstelle ist Voraussetzung für die Messung der Störstrahlung nach dem oben dargestellten Messprinzip und mit dem in diesem Dokument vorgestellten Messequipment. Näheres zu den technischen Daten und der Bedienung des KFG 242 finden Sie weiter unten in diesem Dokument

##### 3.1.3 Peilset EMI 240



Das Peilset EMI 240 besteht aus einer Yagi-Antenne (EMI 240/Y), einem selektiven Vorverstärker (EMI 240/V) und einem Messkabel (EMI 240/K) zur Verbindung beider Elemente. Antenne und Vorverstärker sind auf die Kennfrequenz von 301 MHz optimiert. Das Peilset EMI 240 oder die Leckstellensonde EMI 241 (siehe 3.1.4) ist die Mindestvoraussetzung, um die Kennung des KFG 242 aufzuspüren und einen genauen Messwert für die Störfeldstärke am Ort der Messung mit dem AMA 310 zu bestimmen.

## 6 Kapitel 3 - Hardwarekomponenten

### 3.1.4 Leckstellensonde EMI 241



Die aktive Leckstellensonde EMI 241 hat bereits einen selektiven Vorverstärker integriert. Für die Verbindung mit einem Messkabel ist gegebenenfalls ein Adapter von F auf IEC nötig. Eine Antenne vom Typ EMI 241 oder das Peilset EMI 240 (siehe 3.1.3) ist die Mindestvoraussetzung, um die Kennung des KFG 242 aufzuspüren und einen genauen Messwert für die Störfeldstärke am Ort der Messung mit dem AMA 310 zu bestimmen.

### 3.1.5 Laserentfernungsmesser BOSCH DLE70 Professional



Der batteriebetriebene Entfernungsmesser DLE70 Professional von der Firma BOSCH ist ein sehr hilfreiches, optionales Zubehör. Wie oben beschrieben kann man mit der EMI Messoption eine in beliebigem Abstand gemessene Störfeldstärke auf die Normentfernung von 3 Metern normieren. Der optional erhältliche Laser-Entfernungsmesser ist ein leistungsstarkes Hilfsmittel für die Ermittlung der Entfernung zum Messobjekt. Der DLE70 Professional zeichnet sich durch eine große Reichweite und hohe Zuverlässigkeit speziell bei der Entfernungsbestimmung unter schwierigen Bedingungen (z. B. starke Sonneneinstrahlung auf das Messobjekt, sehr helles oder spiegelndes Messobjekt) aus. Der DLE70 kann fest mit der Yagi-Antenne EMI 240/Y verbunden werden und ist somit immer griffbereit.



### 3.1.6 Lieferumfang

Das Peilset EMI 240 wird in einer geräumigen Tragetasche geliefert. Dem Laser-Entfernungsmesser DLE70 Professional liegt die Original-Bedienungsanleitung der Firma Bosch bei.



## 3.2 Technische Daten und Bedienung

### 3.2.1 Kennfrequenzgenerator KFG 242

Der KFG 242 dient zur Einspeisung eines HF-Trägers mit Kennung in ein BK-Netz zur Pegel- und Störstrahlungsmessung.

#### Technische Daten:

- Frequenz: 301,00 ... 301,70 MHz (Programmierung in 0,1 MHz-Schritten)
- Ausgangspegel: 90 ... 108 dB $\mu$ V, einstellbar
- HF-Ausgang: F-Buchse, 75 Ohm
- Eingang: Externer Steuereingang für Spezialanwendungen
- Kennung: 13 alpha-numerische Zeichen
- Programmierung: mit 2 Tasten
- Modulation: FM
- Hub: 100 kHz
- Abmessungen: 196 mm x 96 mm x 55 mm
- Gewicht: ca. 1 kg

#### Montage:

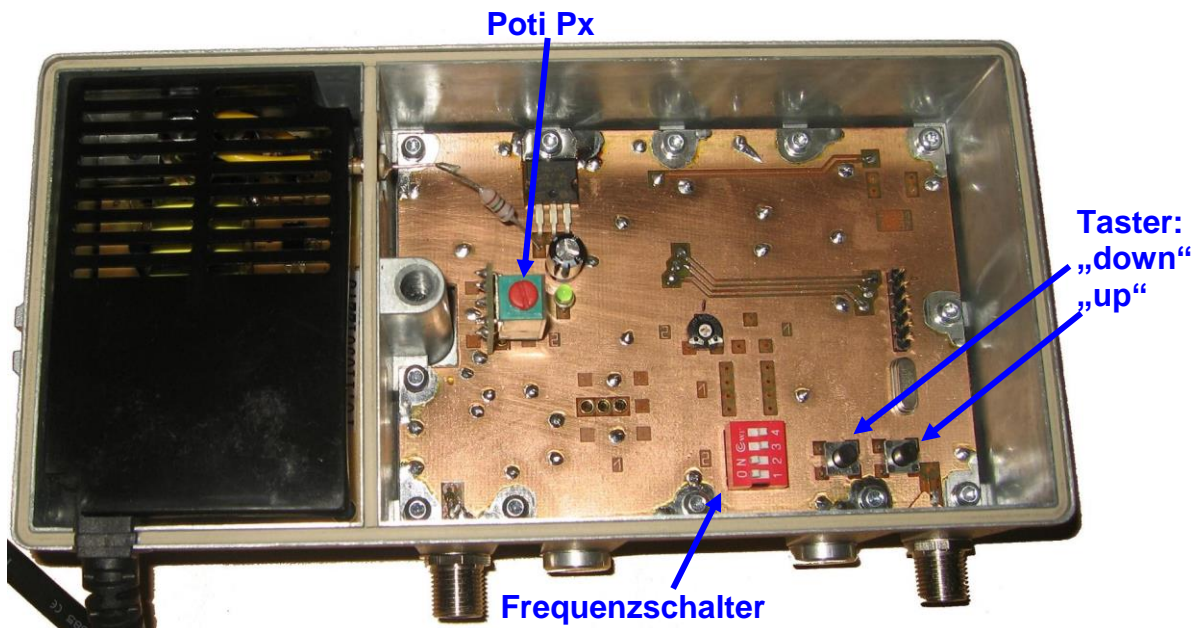
Der KFG 242 wird in der Regel in der Kopfstelle (Headend) eines TV-Kabelnetzes installiert. Die Montage erfolgt mittels zweier Schrauben (nicht im Lieferumfang) auf einer ebenen Fläche – für die Erdung ist ein entsprechender Anschluss vorhanden.

**Der Eingang (Mod) ist KEIN HF-Eingang, sondern ein Steuereingang für Spezialanwendungen. Dieser ist KEINESFALLS mit einem 75-Ohm-Widerstand abzuschließen!**

#### Bedienelemente:

Für den Zugriff auf die Bedienelemente ist der KFG 242 zu öffnen. Zum Öffnen ist die Schraube auf der Oberseite zu lösen und der Deckel abzunehmen. Danach sind die entsprechenden Einstellerelemente zugänglich. Das Öffnen des KFG ist in der Regel nur ein einziges Mal nötig zum Einstellen einer individuellen Kennung, einer anderen Frequenz und des Ausgangspegels. Dies sollte grundsätzlich durch Fachpersonal erfolgen. Mittels der dargestellten Bedienelemente können wie im Folgenden Beschriebenen die Sendefrequenz, der Sendepiegel und die Kennung eingestellt und verändert werden.

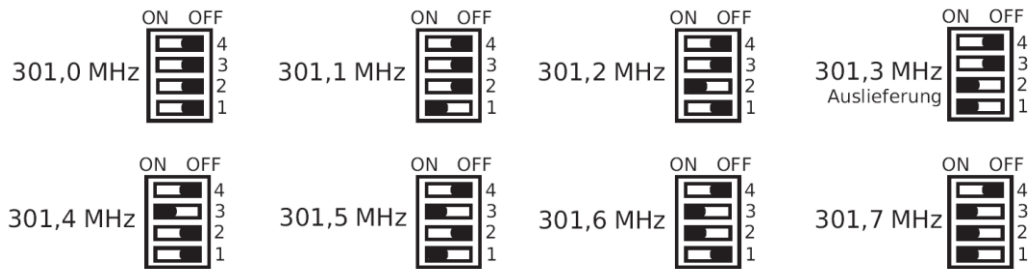
**Nach dem Beenden aller Einstellungen ist der KFG unbedingt komplett zu schließen! Der laufende Betrieb des Kennfrequenzgenerators ist zum Vermeiden von Störabstrahlungen NUR im geschlossenen Gehäuse gestattet!**



## 8 Kapitel 3 - Hardwarekomponenten

### Einstellen der Kennfrequenz:

Im Auslieferungszustand ist die Kennfrequenz auf 301,30 MHz festgelegt. Andere mögliche Frequenzen lassen sich mit dem Frequenzschalter einstellen.



### Programmierung der Kennung:

Im Auslieferungszustand ist die Kennung auf „MUSTERSTRASSE“ festgelegt. Mit den beiden Tastern im Inneren des KFG 242 kann jede beliebige Kennung eingestellt werden, die aus der Kombination folgender Zeichen besteht:

A	K	U	.	8
B	L	V	/	9
C	M	W	0	:
D	N	X	1	;
E	O	Y	2	<
F	P	Z	3	=
G	Q	SPACE	4	>
H	R	+	5	?
I	S	,	6	@
J	T	-	7	

Zum Ändern des Anzeigetextes muss der AMA 310 an den HF-Ausgang des Kennfrequenzgenerators angeschlossen werden, dort der EMI-Messbereich aktiviert und die aktuelle Sendefrequenz des KFG eingestellt werden (siehe Bedienungsanleitung Kapitel „Störstrahlungsmessung (Option)“). Nun die Tasten »up« und »down« des KFG **gleichzeitig** drücken (1 s). Wenn ein Zeichen im Display des AMA 310 invertiert erscheint, dann befindet sich der KFG im Programmiermodus. Jetzt können durch **kurzes** Drücken (0,5 s) **einer** der beiden Tasten (»up« oder »down«) des KFG 242 die Zeichen verändert werden. Durch **langes** Drücken (etwa 1 s) **einer** Taste wird die Zeichenposition verändert. Zum Speichern und Verlassen des Programmiermodus sind wiederum beide Tasten **gleichzeitig lang** (1 s) zu drücken.

### Einstellen des Sendepiegels:

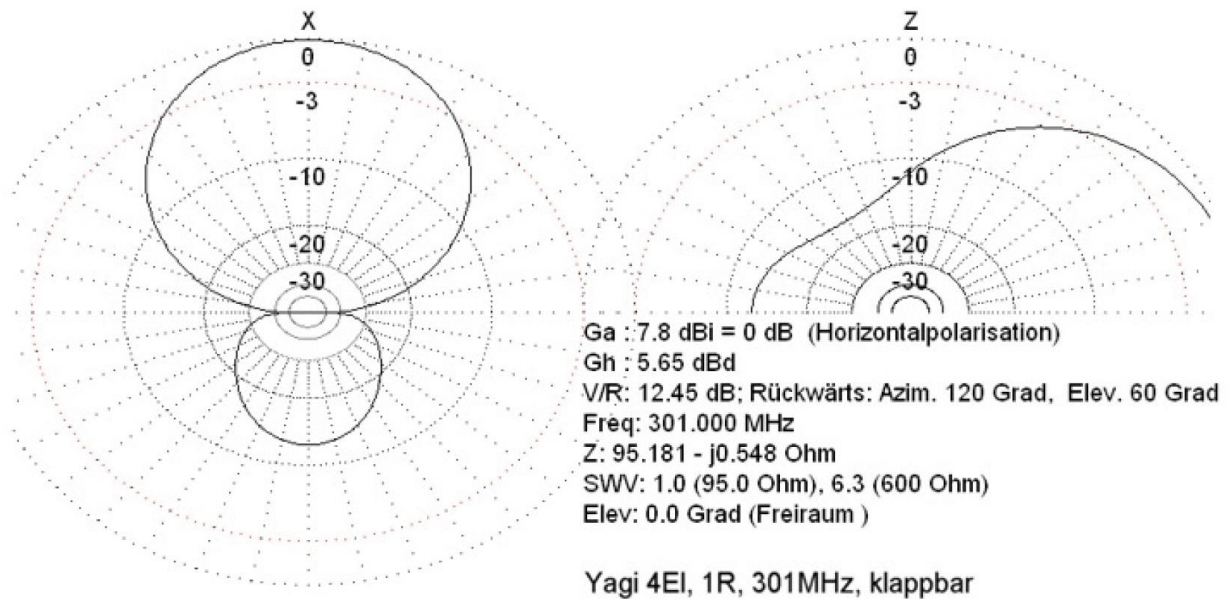
Das Einstellen des Sendepiegels erfolgt innerhalb der oben angegebenen Grenzen mit dem Poti Px.

### Reinigung und Pflege:

Die Gehäuseoberflächen kann mit einem trockenen, weichen und fusselneutren Tuch gereinigt werden. Weiter sind keine Pflegemaßnahmen nötig.

### 3.2.2 Yagi-Antenne EMI 240/Y

- Yagi-Antenne 300-302 MHz
- Klappbar mit Richtwirkung
- Länge: 65 cm
- Anschluss: BNC-Buchse



### 3.2.3 Vorverstärker EMI 240/V

- Selektiver Vorverstärker für 301 MHz
- Anschlüsse: F-Stecker und F-Buchse
- Speisespannung: 5 V
- Gain: 25 dB

### 3.2.4 Leckstellensonde EMI 241

- Aktiv und selektiv für 301 MHz
- Vorverstärker bereits integriert
- Länge: ca. 29,2 cm
- Anschluss: F-Stecker
- Speisespannung: 5 V

### 3.2.5 Laserentfernungsmesser BOSCH DLE70 Professional

Die wichtigsten technischen Daten lauten:

- Messbereich: 0,05 bis 70 m
- Messgenauigkeit (typisch):  $\pm 1,5$  mm
- Kleinste Anzeigeeinheit: 1 mm
- Laserklasse: 2
- Lasertyp: 635 nm

Weitere technische Daten sowie Hinweise zur Bedienung entnehmen Sie bitte der mitgelieferten Originalbedienungsanleitung.

### 3.2.6 AMA 310

Die technischen Daten und die Bedienschritte im Messgerät sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen.

## Kapitel 4

### Vorgehen bei der Messung

---

#### 4.1 Ausrüsten der Kopfstelle mit dem Kennfrequenzgenerator und Einpegelung

Wie oben beschrieben muss der KFG 242 so in die Kopfstelle eingebaut werden, dass sich sein Ausgangssignal zusammen mit allen Fernseh- und Mehrwertdiensten im Kabelnetz ausbreiten kann. Das Signal wird kontinuierlich eingespeist, sodass EMI-Messungen jederzeit möglich sind. Die Kennung sollte so eingestellt werden (siehe 3.2.1), dass sie die Kopfstelle eindeutig identifiziert. Die Sendefrequenz lässt sich in gewissen Grenzen an die Gegebenheiten in der Anlage anpassen. Der Sendepiegel sollte so eingestellt werden, dass er dem Pegel des PAL-Bildträgers (Referenzpegel in CATV-Anlagen) entspricht. Nur so ist eine Überprüfung möglich, ob die Anforderungen an die HF-Dichtigkeit der Anlage, die in der SchuTSEV formuliert werden, auch eingehalten werden.

Diese Regel kann jedoch nur bei digitaler Belegung des Kanals S21 (Mittenfrequenz: 306 MHz) eingehalten werden. Bei analoger Belegung des Kanals S21 (Bildträgerfrequenz: 303,25 MHz) muss davon abgewichen werden. Der Grund ist, dass die Kennfrequenz des KFG 242 etwa im Bereich einer Tonträgerfrequenz liegt, wenn zwischen S20 und S21 keine Lücke in der Frequenzbelegung wäre, die ja für die Kennfrequenz verwendet wird. Wird die Kennung bei analoger Belegung des Sonderkanals 21 mit vollem PAL-Pegel eingespeist, führt das zu einer drastischer Verschlechterung der Bildqualität des darüber liegenden Kanals. In diesem Fall muss der Pegel des KFG 242, wie der Tonträger 1 eines analogen Fernsehsignals, um 13 dB gegenüber PAL abgesenkt werden. Dadurch wird die Beeinflussung der Qualität im Kanal S21 auf ein Minimum reduziert. **Natürlich müssen diese 13 dB nach der Feldstärkemessung wieder zum angezeigten Messwert addiert werden!**

Messungen haben gezeigt, dass die Beeinflussung des S21 bei einer Kennfrequenz von 301,3 MHz am stärksten ist. Stellt man den KFG 242 hingegen auf beispielsweise 301,7 MHz ein, genügt eine Absenkung zwischen 6 dB und 10 dB. Auf welche Frequenz und welchen Pegel der KFG 242 eingestellt wird und welcher Grad der Bildbeeinflussung noch toleriert wird ist natürlich dem Netzbetreiber überlassen. In jedem Fall muss jedoch die Pegeldifferenz zum PAL-Bildträger später zur gemessenen Feldstärke addiert werden.

#### 4.2 Ablauf einer Messung

Wichtigstes Kriterium bei der Verifikation, ob man die Bestimmungen der SchuTSEV einhält ist, dass man die **maximale** Feldstärke der Störemissionen um ein Gebäude herum findet und dokumentiert. Das bedeutet Grundsätzlich, dass man nicht nur an einer Stelle vor einem Gebäude Messungen durchführen muss, sondern an mehreren. Natürlich liegt vorerst der Fokus der Bundesnetzagentur (BNetzA) auf deren Kontroll- und Messfahrten erst einmal auf der Gebäudeseite, die zur Straße hin zeigt, jedoch müssen zwei Dinge beachtet werden. Zum einen kann die BNetzA wie einleitend beschrieben Dokumentationen zur Ansicht einfordern, welche sich dann nicht nur auf die Straße vor dem Haus beschränken sollten. Zum anderen werden eventuell bei auffällig hohen Störpegeln auf der Messroute der BNetzA detailliertere Messungen auch abseits der Straße durchgeführt.

Für die Messung der Störstrahlung an einem Messort sollte folgendermaßen vorgegangen werden (siehe dazu auch die Bedienungsanleitung Kapitel „Störstrahlungsmessung (Option)“):

- Am AMA 310 den EMI-Messbereich aktivieren
- AMA 310 auf die Sendefrequenz des KFG 242 abstimmen
- Im Untermenü „Antenne“ das korrekte Messset auswählen oder die Daten eines abweichenden Antennensets eingeben (siehe Kapitel 4.3)
- Im Untermenü „Abstand“ die Entfernung zum Messobjekt eingeben (diese kann bequem und zuverlässig mit dem optional erhältlichen Laser-Entfernungsmesser DLE70 von BOSCH ermittelt werden)
- Speisung des Messsets über das LNB-Auswahlmenü (sowohl die Stabantenne EMI 241 als auch der (unbedingt erforderliche) Vorverstärker des Peilsets EMI 240 müssen mit 5 VDC gespeist werden)

Nun kann am Messwertdisplay des AMA 310 das Ergebnis abgelesen werden.

KWS TEST 1234		EMI240	D= 5.0m
EMI301.30MHz		33.6dB $\mu$ V/m	
Grenze überschritten!		E(3.0m)= 38.0dB $\mu$ V/m	
ANTENNE	ABSTAND	GRENZE	

In der oberen Displayzeile links ist die empfangene Kennung zu sehen (hier: KWS TEST 1234), daneben das eingestellte Messset (hier EMI240). Rechts in der oberen Zeile ist der eingestellte Abstand ablesbar. Die Kennung wird dabei nicht nur bei der ersten korrekten Dekodierung einmalig ans Messwertdisplay geschrieben. Wird die Kennung mit ausreichendem S/N empfangen wird sie schnell aufgebaut (der Empfang geschieht Buchstabe für Buchstabe in einem Rahmen mit einem Fehlerschutz zur Korrektur bei schlechten Empfangsverhältnissen), sekundlich gelöscht und neu aufgebaut. Somit hat man auch beim Umhergehen mit der Antenne und beim Anpeilen unterschiedlicher Gebäudeteile immer Kontrolle darüber, ob die Kennung noch empfangbar ist oder nicht (mehr). Erreicht das Signal-Rausch-Verhältnis des Empfangssignals vom Kennfrequenzgenerator kritische Werte kann man sehen, dass sich die Kennung nur langsam aufbaut. Das Löschen der 13 Zeichen erfolgt in einem solchen Fall nicht sekundlich sondern erst dann, wenn jedes Zeichen der Kennung einmal fehlerfrei empfangen wurde.

Somit ist die Updategeschwindigkeit der Kennung ein Anhaltspunkt dafür, wie gut die Empfangsqualität ist (siehe dazu auch nächstes Kapitel).

In der mittleren Zeile des LC-Displays sieht man groß die eingestellte Empfangsfrequenz und die **am Ort der Messung tatsächlich empfangene** Störfeldstärke (hier: 33,6 dB $\mu$ V/m). Unterhalb dieses Messwertes wird der auf den Normabstand von 3 Metern normierte Wert für die Störfeldstärke angezeigt. **Dieser Wert ist für die Beurteilung über Einhaltung der Norm und die Dokumentation entscheidend.** Liegt dieser normierte Messwert über der maximal zulässigen Störfeldstärke wird, wie im Screenshot oben zu sehen ist, eine Warnmeldung am LCD angezeigt. Zusätzlich ertönt ein Signalton über den Lautsprecher des Messgerätes (ACHTUNG: bei vollständig abgeregeltem Lautstärkesteller unterhalb des Grafik-Displays ist dieses Warnsignal nicht hörbar).

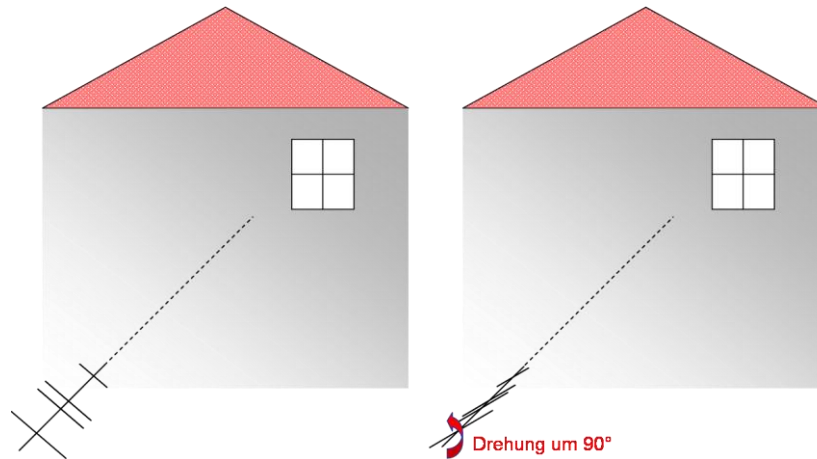
Es ist möglich den Grenzwert für die maximal zulässige Störfeldstärke im Untermenü „Grenze“ zu verändern. Werksseitig voreingestellt ist der in der SchuTSEV genannte Grenzwert von 27 dB $\mu$ V/m. Daher ist dieser Wert in der Regel nicht zu verändern. Lediglich beim In-Kraft-Treten neuer Anforderungen kann das Messgerät hier an diese angepasst werden. Es ist auch möglich an dieser Stelle einen von der Norm abweichenden Grenzwert einzugeben, wenn der Netzbetreiber intern andere Grenzwerte bei Wartung und Service fordert. Die Warnmeldung am LCD und das akustische Warnsignal werden ausgelöst **wenn der auf 3 Meter normierte** Messwert rechts unten am Messwertdisplay den in diesem Untermenü eingegebenen Grenzwert überschreitet. Der Grenzwert ist im Gerät nicht flüchtig gespeichert und bleibt nach einer Veränderung auch nach dem Aus- und wieder Einschalten des Gerätes erhalten.

Zur Auswahl des Messsets sind folgende Punkte zu nennen. Grundsätzlich eignet sich das Peilset EMI 240 besser für die Messung im Freien vor einem Gebäude. Die Antenne besitzt eine ausgeprägte Richtwirkung. Das bedeutet, wenn man die Antenne auf ein Objekt oder einen Punkt an einer Hausfassade richtet (einen Punkt also anpeilt) dann misst man im Wesentlichen die Störfeldstärke die aus der Richtung bzw. von dem Objekt kommt, auf das die Antenne „zeigt“.

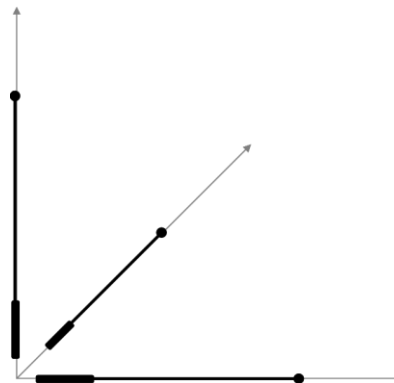
Die Stabantenne EMI 241 ist besser geeignet um Leckstellen zu suchen, wozu auch Messungen aus kürzeren Abständen und innerhalb von Gebäuden nötig werden. Misst man beispielsweise vor einem Gebäude eine Überschreitung der Störfeldstärke an einem gewissen Punkt der Fassade mit dem Peilset EMI 240 kann man hierauf mit der Sonde EMI 241 im betreffenden Raum hinter der Gebäudeaußenwand nachmessen und suchen, wo sich die Quelle für die hohen Emissionen befindet. Im Idealfall lässt sich eine Stelle eines Kabels mit verletztem Mantel, eine defekte Anschlussdose, ein defekter Verstärker, eine gelockerte F-Stecker-Mutter oder ein ähnlicher Defekt ausmachen, der für die Grenzüberschreitung verantwortlich ist. Nach der Reparatur oder dem Austausch der vermeintlichen Störquelle ist vor dem Haus mit dem Peilset zu verifizieren, dass die Überschreitung des Grenzwertes nun wirklich beseitigt ist.

## 12 Kapitel 4 - Vorgehen bei der Messung

Ein weiteres wichtiges Kriterium, um das **Maximum** der ausgesendeten Störstrahlung zu bestimmen ist, dass man nicht nur an unterschiedlichen Punkten um das Gebäude herum misst. Man muss mit dem Peilset auch eine Fassade regelrecht „abfahren“ um den Punkt der größten Aussendung zu bestimmen. Des Weiteren ist die gemessene Feldstärke polarisationsabhängig. Das bedeutet, dass man sowohl die Yagi-Antenne des Peilsets als auch die Stabantenne am Ort der Messung entlang aller drei Achsen im Raum orientieren muss. Bei jeder Änderung der Orientierung wird sich in der Regel auch der gemessene Feldstärkewert ändern. Folgende Abbildung zeigt, dass man beim Anpeilen eines Punktes die Yagi-Antenne EMI 240/Y in zwei unterschiedlichen Orientierungen halten kann.



Die Stabantenne muss zum Auffinden von Maxima am Ort der Messung in alle drei Raumrichtungen ausgerichtet werden, wie folgende Abbildung zeigt.



### 4.3 Erhöhte Flexibilität der EMI-Messoption ab der Firmwareversion Vxx.07a

Ab der Firmwareversion Vxx.07a ist die EMI-Messoption im AMA 310 wesentlich flexibler einsetzbar. Während das Messgerät bei aktivierter EMI-Messung vorher nur innerhalb des Frequenzbereiches des Generators KFG 242 abstimbar war (301,00 bis 301,70 MHz) können nun Frequenzen innerhalb des gesamten BK-Bereiches (44,75 bis 867,25 MHz) vorgegeben werden.

Darüber hinaus kann nun auch eine benutzerdefinierte Antenne angelegt werden. Unter dem Menüpunkt **ANTENNE** -> **EMIANT** (siehe dazu auch Bedienungsanleitung) können der Name und der Korrekturfaktor einer beliebigen EMI-Antenne eingegeben werden.

Benutzerdefinierte EMI-Antenne			
Name: EMIANT			
Faktor: -13.0 dB			
UNTERNEHMEN			
			ZURÜCK



Wird ein neuer Name für die benutzerdefinierte Antenne eingegeben, so verändert sich auch der Name des Menüpunktes im Menü **ANTENNE**. Der eingegebene Korrekturfaktor bestimmt die Umrechnung des vom Messempfänger gemessenen Pegels in dB $\mu$ V in die angezeigte Feldstärke in dB $\mu$ V/m. Dabei gilt folgende Beziehung:  $E[\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}] = L[\text{dB}\mu\text{V}] + \text{Faktor}[\text{dB}]$ .

Diese Funktion kann auch dazu verwendet werden, um eine Pegelabsenkung der Kennung wegen einer analogen Belegung des Kanals S21 (siehe dazu Kapitel 4.1) wieder auszugleichen.

#### 4.4 Korrekturfaktoren der Antennensets EMI 240 und EMI 241

Um eine Anpassung der Korrekturfaktoren der in dieser Application Note vorgestellten Messsets vornehmen zu können werden die Umrechnungsfaktoren an dieser Stelle angeführt:

Messset EMI 240: -13 dB  
 Stabantenne EMI 241: -15 dB

#### 4.5 Mögliche Fehlerquellen und Einflüsse auf die Messung

- Die Yagi-Antenne EMI 240/Y MUSS immer mit dem Vorverstärker EMI 240/V betrieben werden. Da in die Umrechnung der Antennenspannung in einen Wert für die elektrische Störfeldstärke die Vorverstärkung mit eingeht, führt das direkte Anschließen der Yagi-Antenne an den AMA 310 zu falschen Messergebnissen!
- Sowohl das Peilset EMI 240 als auch die Stabantenne EMI 241 müssen mit 5 V gespeist werden (siehe Bedienungsanleitung). Bei ungespeisten Antennen wird die Störfeldstärke zu niedrig bewertet bzw. Kennung und Störfeldstärke sind überhaupt nicht nachweisbar.
- Eine Speisung mit Spannungen > 5 V kann zu dauerhafter Schädigung des Messequipments führen!
- Im AMA 310 ist im Untermenü „Antenne“ immer das korrekte Messset auszuwählen beziehungsweise ein korrekter benutzerdefinierter Korrekturwert vorzugeben
- Die im AMA 310 eingestellte Empfangsfrequenz muss exakt der Sendefrequenz des KFG 242 entsprechen. Ist beispielsweise der KFG auf 301,30 MHz eingestellt und der AMA 310 auf 301,40 MHz abgestimmt wird die Kennung bei gutem S/N trotzdem dekodiert, da die verwendete Modulation extrem robust ist. Jedoch können in diesem Fall Messfehler bei der Störfeldstärke auftreten.
- Für eine korrekte Beurteilung, ob eine gemessene Störfeldstärke die oben genannte Richtlinie erfüllt, muss immer der Messabstand mit einbezogen werden (Einzustellen im AMA 310 im EMI-Untermenü „Abstand“, siehe Bedienungsanleitung).
- Damit das Messgerät die Kennung dekodieren kann, muss das empfangene Signal des KFG 242 mindestens etwa 6 dB aus dem allgemeinen Rausch- und Störfeldstärke-Teppich herauschauen. Grundsätzlich wird die Kennung bei idealen Empfangsverhältnissen schon bei Feldstärken kleiner als 5 dB $\mu$ V/m korrekt dekodiert. Es kann jedoch vorkommen, dass die Kennung trotz einer hohen Empfangsfeldstärke von einigen 10 dB $\mu$ V/m nicht dekodiert werden kann. Grund dafür ist dann, dass das Signal des KFG 242 von anderen Störprodukten überdeckt wird. Als Störer, die die Kennung überdecken können, sind zum Beispiel Laptops anzuführen, jedoch ist eine Vielzahl von anderen Einflüssen benennbar.

**KWS Electronic Test Equipment GmbH**

Tattenhausen · Raiffeisenstraße 9 · 83109 Großkarolinenfeld

Telefon 00 49.(0) 80 67 .90 37-0 · Telefax 00 49.(0) 80 67 .90 37-99

info@kws-electronic.de · [www.kws-electronic.de](http://www.kws-electronic.de)