

Herzlich Willkommen zum Vortrag

**DOCSIS3.1-Analyse in Echtzeit – aktueller Stand bei  
KWS-Electronic**

M. Eng. Benedikt Breuer ([b.breuer@kws-electronic.de](mailto:b.breuer@kws-electronic.de))

**KWS-Electronic GmbH**  
Raiffeisenstraße 9  
Tattenhausen  
D-83109 Großkarolinenfeld

Fon: +49.8067.9037-0  
Fax: +49.8067.9037-99  
[info@kws-electronic.de](mailto:info@kws-electronic.de)  
[www.kws-electronic.de](http://www.kws-electronic.de)



**KWS** ELECTRONIC  
HIGH FREQUENCY TEST EQUIPMENT

Themenübersicht

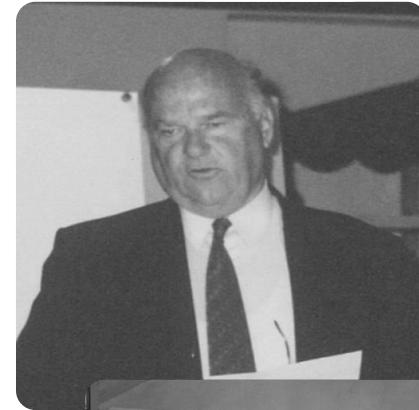
- KWS-Electronic GmbH
- DOCSIS3.1: Neue Anforderungen an die Messtechnik
- **Status DOCSIS3.1 @ KWS**
- Ein kleiner Ausblick in die Zukunft

**KWS** ELECTRONIC  
HIGH FREQUENCY TEST EQUIPMENT

KWS-Electronic GmbH

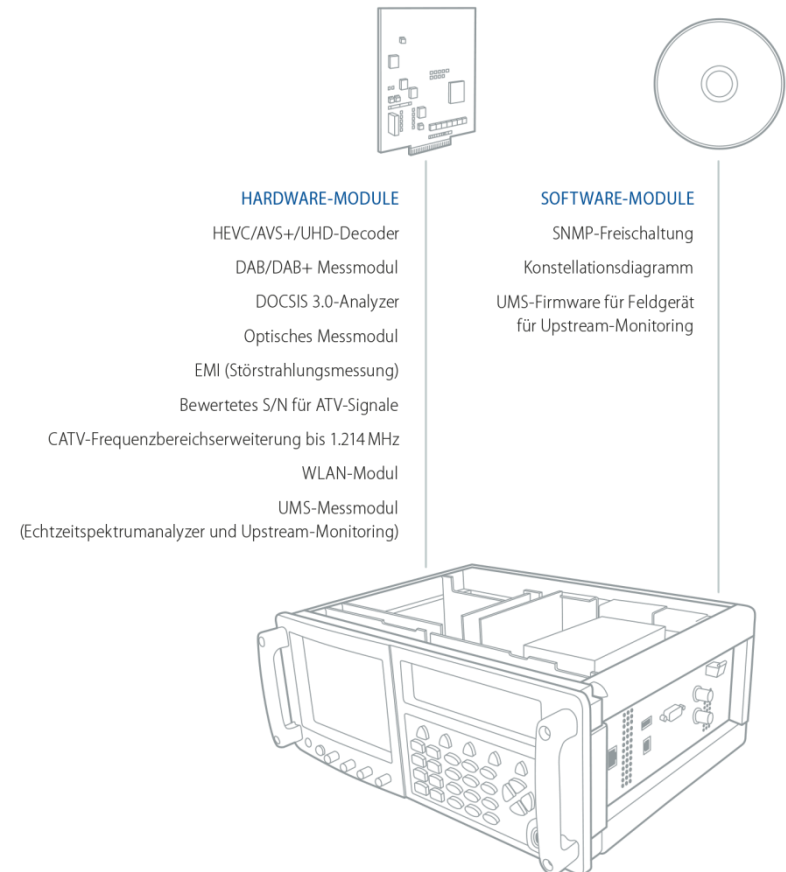
## Historie

- Gegründet im Jahr 1960 von
  - Wilhelm **KOLLER**
  - Hubert **WENZEL**
  - Sylvester **SCHENK**
- Heutige Inhaber
  - Helmut Schenk (Geschäftsführung)
  - Hans-Peter Schenk (deutschsprachiger Vertrieb, Schulungen)
  - Albin Schenk (Stiller Teilhaber)
  - Falk Strascheg (Stiller Teilhaber)
- Mehr als 45 Jahre Erfahrung auf dem Gebiet der Antennenmesstechnik
- Über 50.000 verkaufte Einheiten



## Technik und Philosophie

- High-End Messtechnik für BK, Terrestrik, Satellit, Optik  
Kopfstellen  
Rückkanal  
Feldservice
- Eigene Entwicklung, Fertigung, Service, Trainingszentrum
- Modularer Geräteaufbau, Optionen, Nachrüstbarkeit
- Echtes MADE IN GERMANY



## Neues Firmengebäude



## Neues Firmengebäude





## Neues Firmengebäude



## Neues Firmengebäude

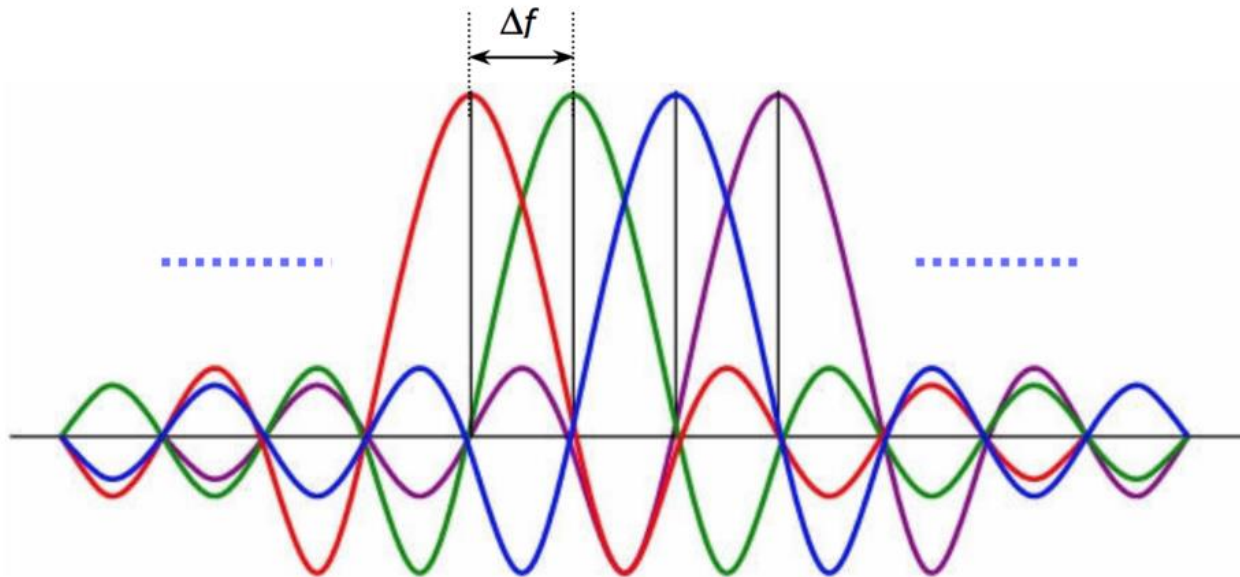
	<b>Old</b>	<b>New</b>
<b>Year of construction</b>	1963/1972/1988	2017
<b>Size</b>	1.800 m <sup>2</sup>	1.460 m <sup>2</sup>
<b>Method of construction</b>	Stonework	Wood frame construction
<b>Energy dissipation</b>	Approx. 13,000 l heating oil per year	Approx. 4,000 l liquid gas per year



## DOCSIS3.1: Neue Anforderungen an die Messtechnik

## Wesentliche Neuerung im Vergleich zu den Vorgängerstandards: OFDM (orthogonal frequency division multiplex) im US und DS!

- OFDM ist ein Mehrträgerverfahren (vergl. DVB-T / -T2); QAM ein Einträgerverfahren
- Ein DOCSIS-pre-3.1 Downstream konnte immer mit einem DVB-C-Empfänger vermessen werden.
- DOCSIS 3.1 nutzt OFDM als Modulationsverfahren und kann mit keinem anderen Demodulator-Typ vermessen werden!



## Downstream

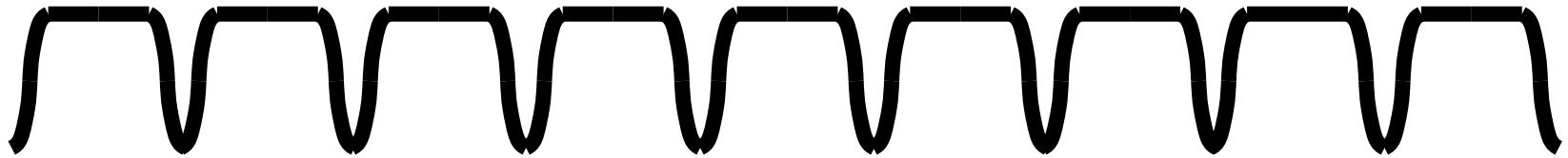
Parameter	DOCSIS 3.1	DOCSIS 3.0
Type of modulation	OFDM 4K and 8 K FFT	single carrier (J.83/B, DVB-C)
Frequency range	108 MHz to 1218 MHz (1794 MHz)	45 MHz to 1002 MHz
Channel bandwidth	up to 192 MHz	6 MHz / 8 MHz
QAM constellations	up to 4096 (8k, 16k)	up to 256
Cyclic prefix length	0.9375 $\mu$ s to 5 $\mu$ s	n/a
Pilots	scattered and continuous	n/a
Forward Error Correction	BCH-LDPC	Reed-Solomon
DS capacity (bps)	8 G (10 G)	300 M (1 G)

## Downstream

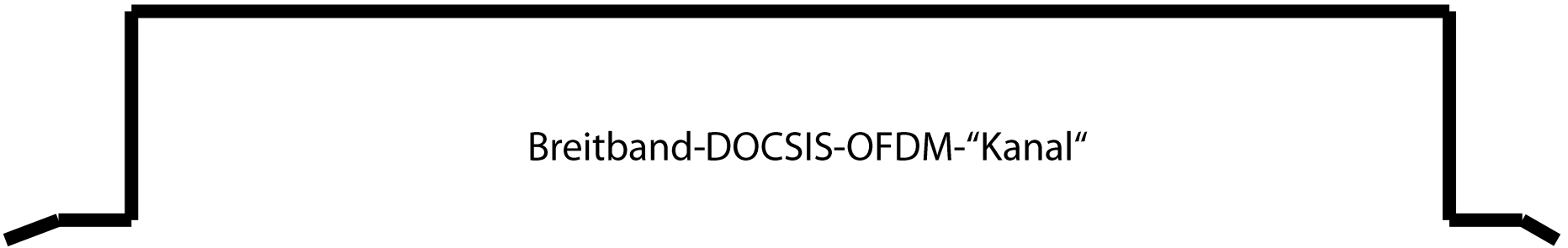
Parameter	DOCSIS 3.1
DS-Frequenz (Obergrenze)	1,218 GHz (MUSS) 1,794 GHz (KANN)
DS-Frequenz (Untergrenze)	258 MHz (MUSS)
DS-Kanalbandbreite	24 MHz ... 192 MHz
FFT-Ordnung	4k / 8k
NFFT	4096 / 8192
Unterträgerabstand ( $df = F_s/NFFT$ )	50 kHz (4k) 25 kHz (8k)
Zahl der Nutzträger	480 ... 3800 (4k) 960 ... 7600 (8k)
GI	1/4, 768/4096, 1/8, 1/16 oder 192/4096 (4k) 1/8, 768/8192, 1/16, 1/32 oder 192/8192 (8k)
Pilote	scattered und continuous
QAM-Ordnungen	16QAM / 64QAM / 128QAM / 256QAM / 512QAM / 1024QAM / 2048QAM / 4096QAM / 8192QAM / 16348QAM
Äußerer Fehlerschutz	BCH
Innerer Fehlerschutz	LDPC

## Downstream

Typisches Single-Carrier-Spektrum mit Roll-Off



Breitband-DOCSIS-OFDM-“Kanal“



## Frequenzbereichserweiterung und DS-Empfängerbandbreite

- DS-Frequenzbereich bis 1218 MHz (in Zukunft sogar bis 1794 MHz möglich).
- DS-Empfangsbandbreite bis 192 MHz.
- → Neues Empfangskonzept nötig. Dabei darf die Messperformance eines (Kombi-) Messgerätes für alle anderen Signalarten wie ATV (S/N), DVB-C (MER), DVB-T/-T2 (Phasenrauschen!) nicht beeinträchtigt werden.

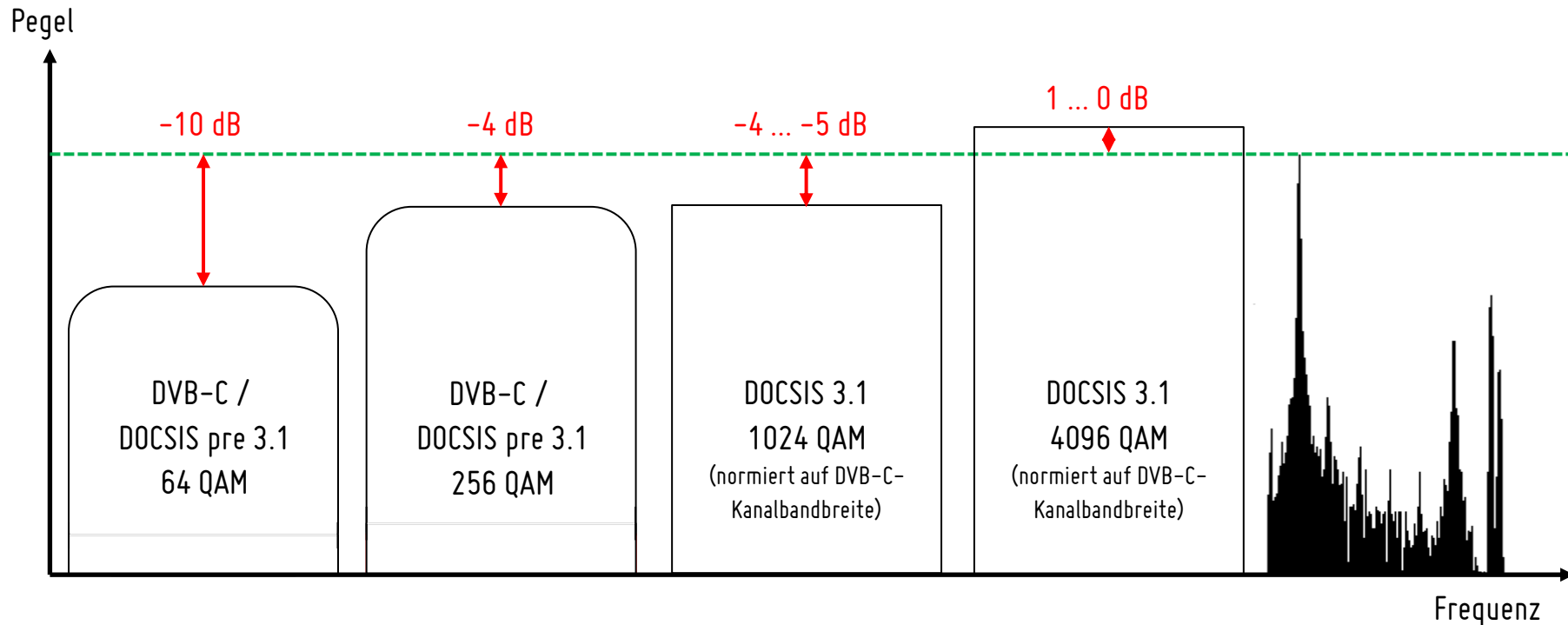
## Völlig neues Modulationsverfahren

- Ein DOCSIS-pre-3.1 Downstream konnte immer mit einem DVB-C- oder J.83B-Empfänger vermessen werden.
- DOCSIS 3.1 nutzt OFDM als Modulationsverfahren und kann mit keinem anderen Demodulator-Typ vermessen werden!



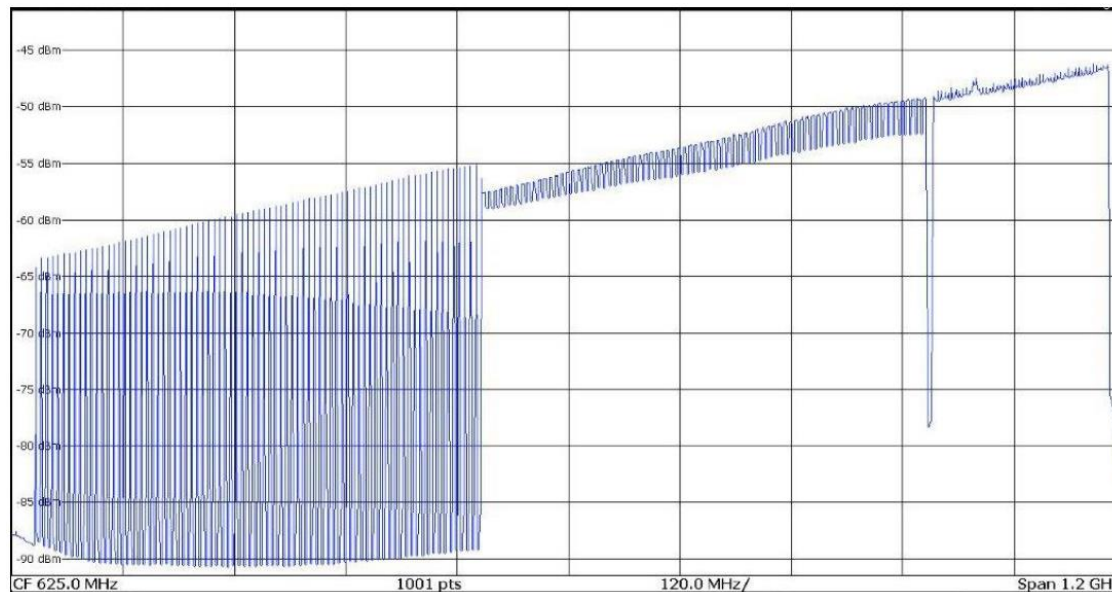
## Steigender HF-Summenpegel

- a) durch die Frequenzbereichserweiterung (→ mehr HF-Energie erreicht den HF-Eingang des Messgerätes)
- b) durch steigende Pegel der DOCSIS-3.1-Signale



## Steigender HF-Summenpegel

- c) Bei Messungen (nahe) an aktiven Komponenten, die eine Schräglage (TILT) durch das passive Verteilnetz vorentzerren



Quelle: Rohde und Schwarz – DOCSIS 3.1 Application Note. “Fig. 12: Test signal for a cable TV amplifier with analog TV, QAM and a 192 MHz DOCSIS 3.1 signal with a total of 15 dB uptilt. The DOCSIS 3.1 signal contains the bulk of the power.”

- FAZIT: Das Messgerät muss über ausreichend Großsignalfestigkeit verfügen ohne bei Vollbelegung des Kabels an Empfindlichkeit einzubüßen. Kriterien z. B.: analoges S/N > 55 dB, MER @ DVB-C > 40 dB, keine MER-Reduktion bei der Vermessung von digitalen Kanälen neben oder zwischen analogen Kanälen...
- Eine Vorselektion, eine genaue Kanalselektion und eine intelligente Dämpfungssteuerung sind nötig!

## Steigende Empfindlichkeit bzw. MER-Performance

- Grenzwerte (Minimalwerte) für die MER von Digitalsignalen für QEF

Modulation	Reed-Solomon-SNR / dB	LDPC-SNR / dB
64 QAM	23	17
128 QAM	26	20
256 QAM	29	23
512 QAM		26
1024 QAM		29
2048 QAM		32
4096 QAM		35
8192 QAM		38
16384 QAM		41

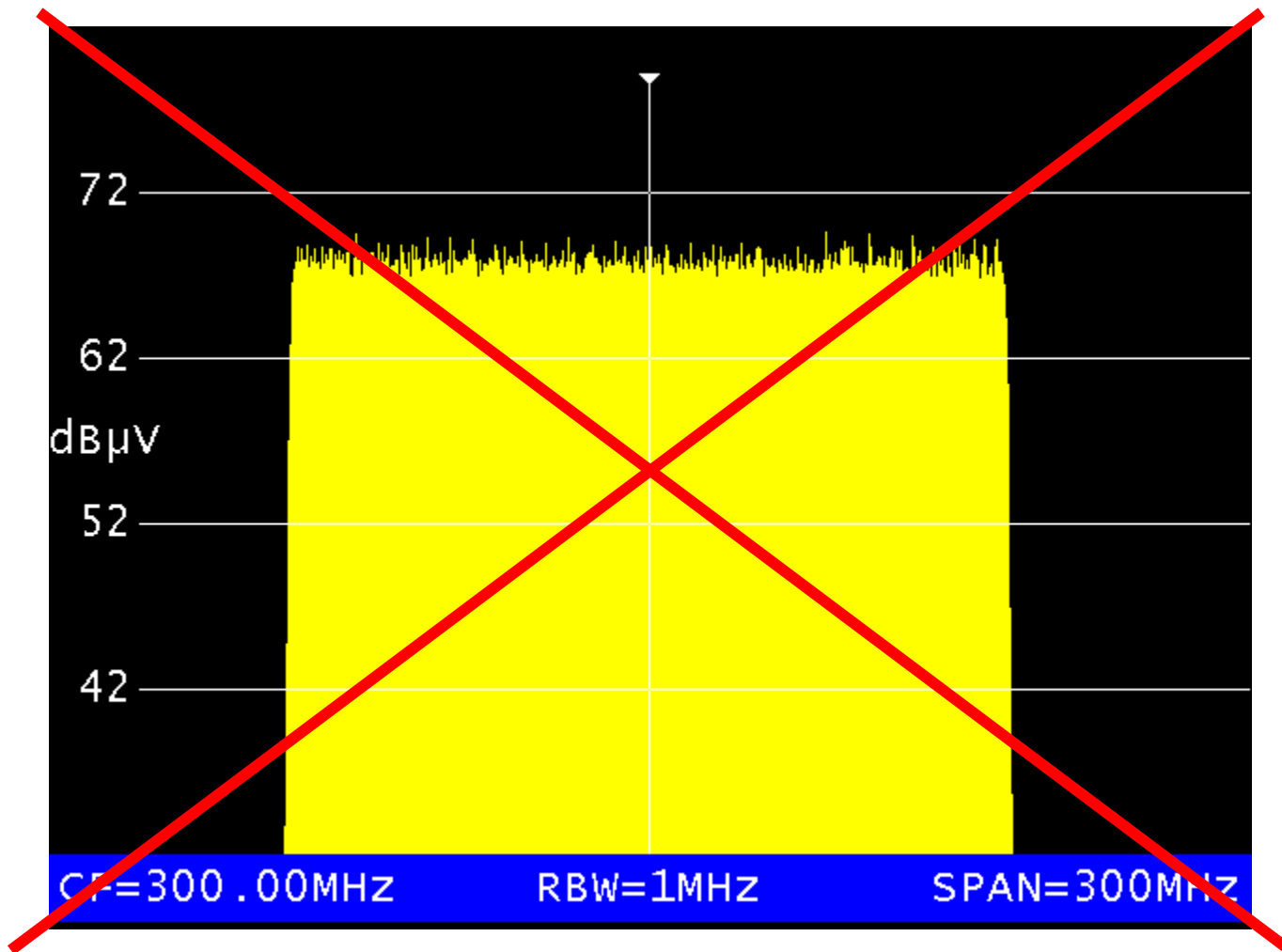
## Steigende Empfindlichkeit bzw. MER-Performance

- „CMTS RF Output Electrical Requirements“ (Quelle: CM-SP-PHYv3.1-I08-151210.pdf):

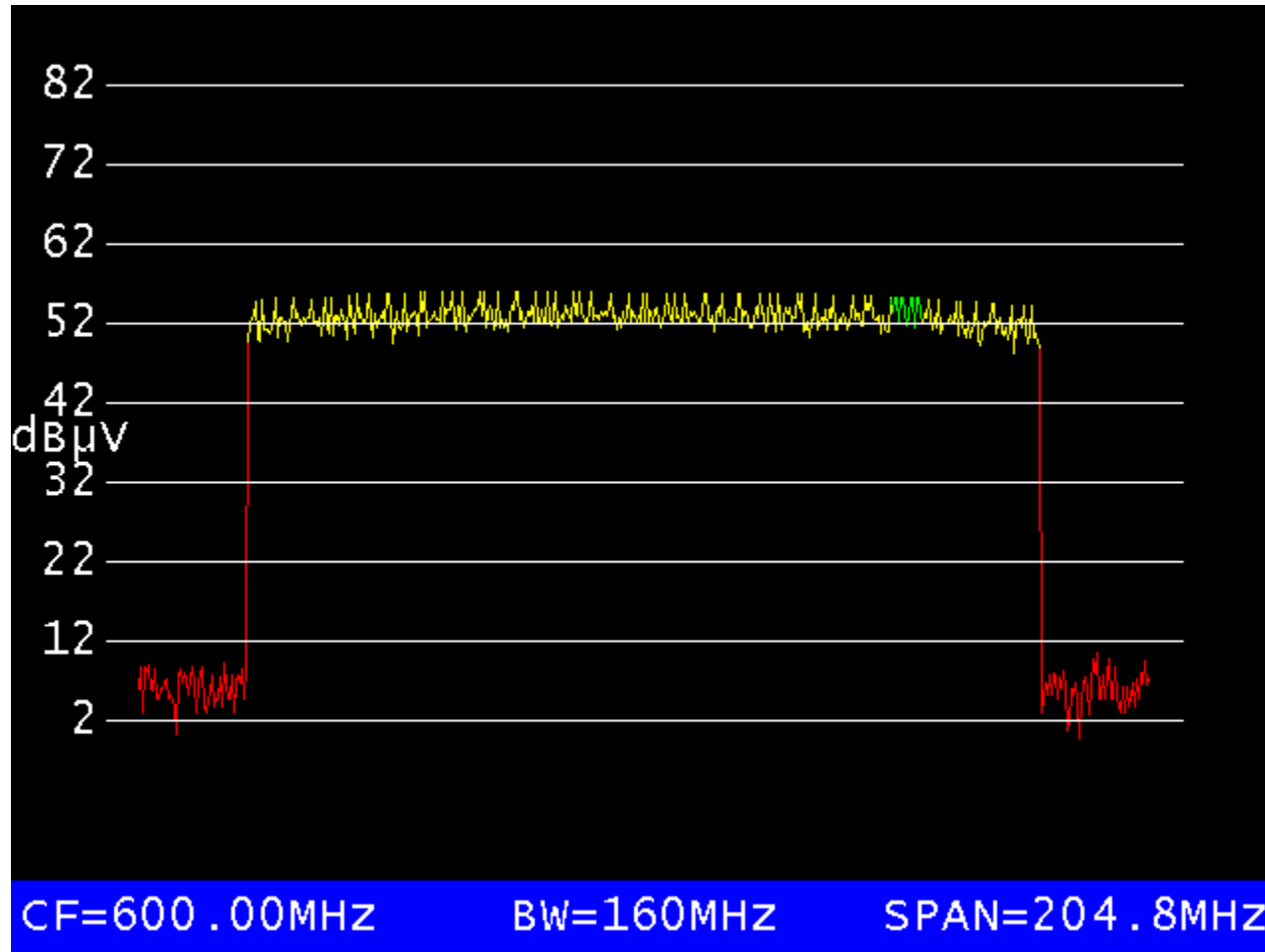
MER in 192 MHz OFDM channel occupied bandwidth  528 MHz total occupied bandwidth, 88 equivalent legacy DOCSIS channels. See Notes 2, 4, 5, 6  For measurements below 600 MHz	$\geq 48$ dB $\geq 50$ dB	For measurements from 600 MHz to 1002 MHz  For measurements 1002 MHz to 1218 MHz	See Note 1  $\geq 45$ dB Any single subcarrier. See Note 1 $\geq 47$ dB Average over the complete OFDM channel. See Note 1  $\geq 43$ dB Any single subcarrier. See Note 1 $\geq 45$ dB Average over the complete OFDM channel. See Note 1  Minimal test receiver equalization: See Note 7 2 dB relief for above requirements (e.g., MER > 48 dB becomes MER > 46 dB)
		MER in 24 MHz OFDM channel occupied bandwidth, single OFDM channel only, 24 MHz total occupied bandwidth: See Notes 1, 2, 4, 8 For measurements below 600 MHz  For measurements from 600 MHz to 1002 MHz  For measurements 1002 MHz to 1218 MHz	$\geq 48$ dB Average over the complete OFDM channel.  $\geq 45$ dB Average over the complete OFDM channel.  $\geq 43$ dB Average over the complete OFDM channel.

- FAZIT: Um eine Systemreserve im Feld ermitteln zu können und um reale Signal korrekt vermessen zu können ist eine MER-Performance des OFDM-Demodulators von > 45 dB nötig!

## Schneller, breitbandiger und hochauflösender Spektrum-Analyzer



## Schneller, breitbandiger und hochauflösender Spektrum-Analyzer



## Pegelmessung

- Der Kanalpegel eines ganzen DOCSIS 3.1 Kanals mit bis zu 190 MHz effektiv belegter Bandbreite ist natürlich messbar.
- Nachteile hierbei sind jedoch:
  - Keine Vergleichbarkeit mit den Pegeln von Legacy-DOCSIS oder DVB-C-Signalen
  - Keine Informationen über Pegelverläufe (z. B.: Welligkeit, Schräglage) die über die großen bei DOCSIS 3.1 verwendeten Bandbreiten vorkommen können.
- Die DOCSIS-Spezifikation sieht daher sowohl im Upstream als auch im Downstream vor, Pegelangaben für kleinere Frequenzbereiche anzugeben (im US z. B. Pegel innerhalb von 1,6 MHz Bandbreite, im DS innerhalb von 6 MHz bzw. 24 MHz).
- Für den europäischen Markt muss auch eine Angabe innerhalb 8 MHz erfolgen.
- Umrechnung des Pegels innerhalb einer Bandbreite  $B_{Mess}$  auf die Kanalbandbreite  $B_{Kanal}$ :

$$Pegel_{gesamt} = Pegel(B_{Mess}) + 10 * \log \left( \frac{B_{Kanal}}{B_{Mess}} \right)$$

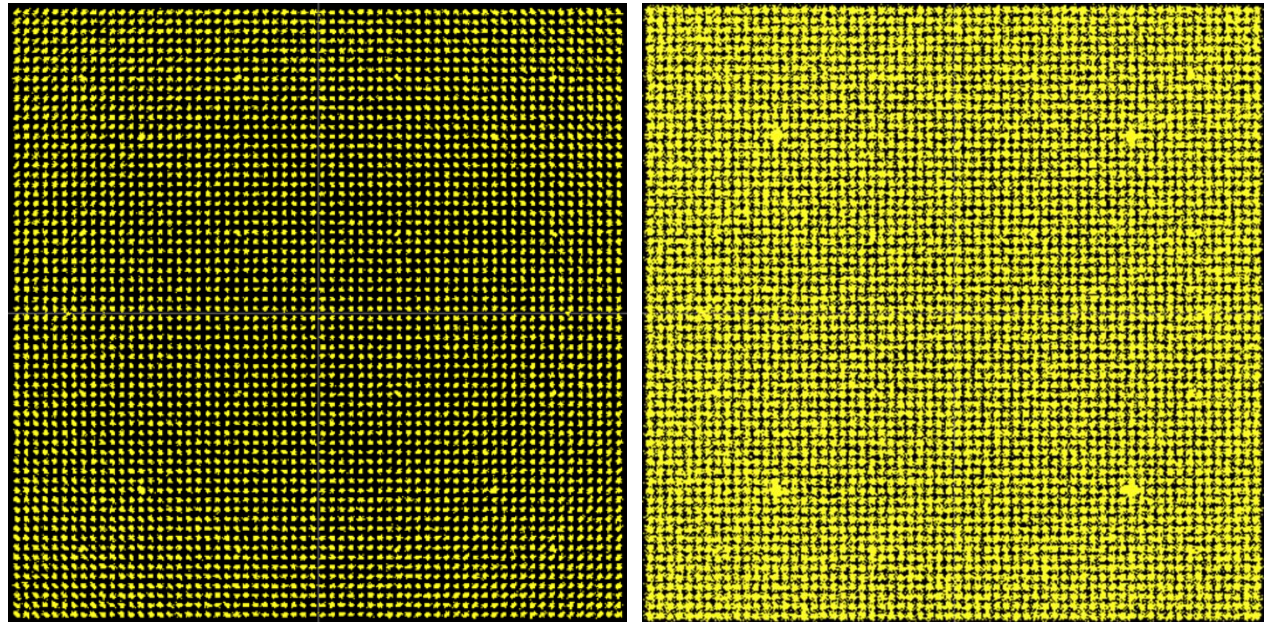
## Pegelmessung

- Der Pegel des PLC-Kanals (Physical Layer Link Channel) muss vermessen werden.
- Wegen der steigenden Summen-Kanallast über den gesamten HF-Bereich könnten folgende Parameter an Bedeutung gewinnen (z. B. für die Beurteilung von Verstärkern und optischen Übertragungsstrecken):
  - Summenpegel (Gesamt-HF-Pegel) gemessen mit Breitband-Detektor
  - Peak-to-Average-Power-Ratio (PAPR) bzw. Crest-Faktor (im Gegensatz zu anderen Standards, die OFDM als Modulationsverfahren nutzen, ist bei DOCSIS 3.1 keine „PAPR Reduction“ spezifiziert)



## Konstellationsdiagramm im Downstream

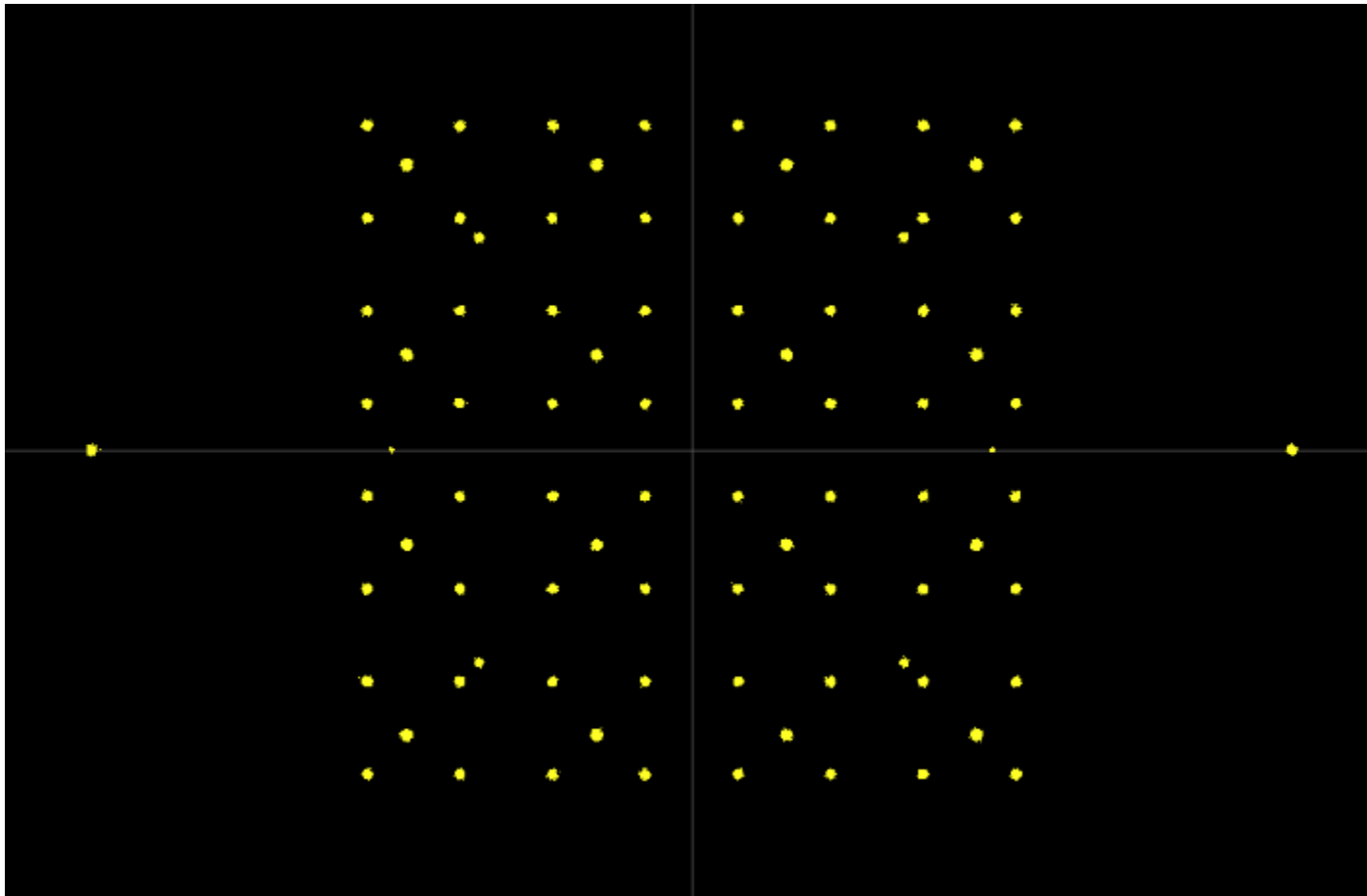
- Das klassische Konstellationsdiagramm könnte bei DOCSIS 3.1 stark an Bedeutung verlieren (Beispiel: ideale und reale (MER = 39 dB) Konstellation bei 4k QAM ohne Pilotträger):



Quelle: Walter Fischer, Rohde und Schwarz

- Probleme: Displayauflösungen, -größen und -preise, Informationsgehalt bei OFDM, rein digitale Signalerzeugung, IQ-Punkte bei realen SNR-Werten kaum unterscheidbar, ...
- Chance: Gezoomte oder Teil-Darstellung des KD z. B. für Brumm-Messung vergleichbar zu SC-QAM

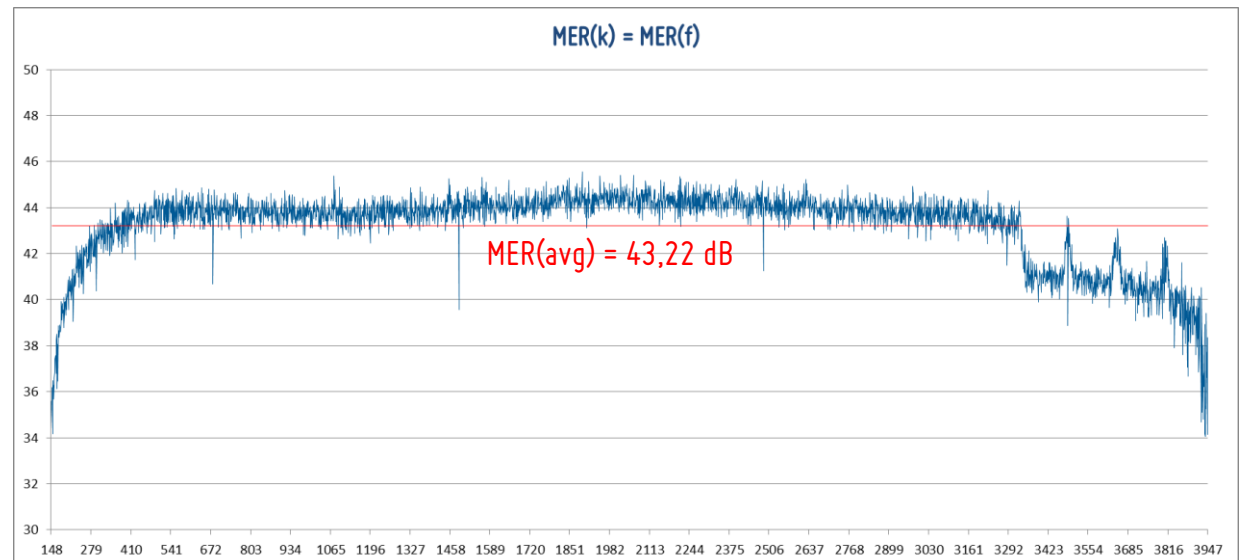
## Konstellationsdiagramm im Downstream, Beispiel: Pilote, Signalisierung, PLC und 64QAM Nutzdatenprofil



Quelle: Walter Fischer, Rohde und Schwarz

## MER und MER(f) im Downstream

- Die MER als Zusammenfassung aller Einflüsse, die im Konstellationsdiagramm die IQ-Entscheidungen von der Idealposition abweichen lassen, genügt bei sehr breiten OFDM-Kanälen als Messwert nicht aus.
- Sehr wichtig ist die MER des PLC-Kanals.
- Eine sehr gute Basis für die Qualitätsbeurteilung des OFDM-Signals bietet eine MER-Darstellung über der Frequenz bzw. dem Trägerindex:



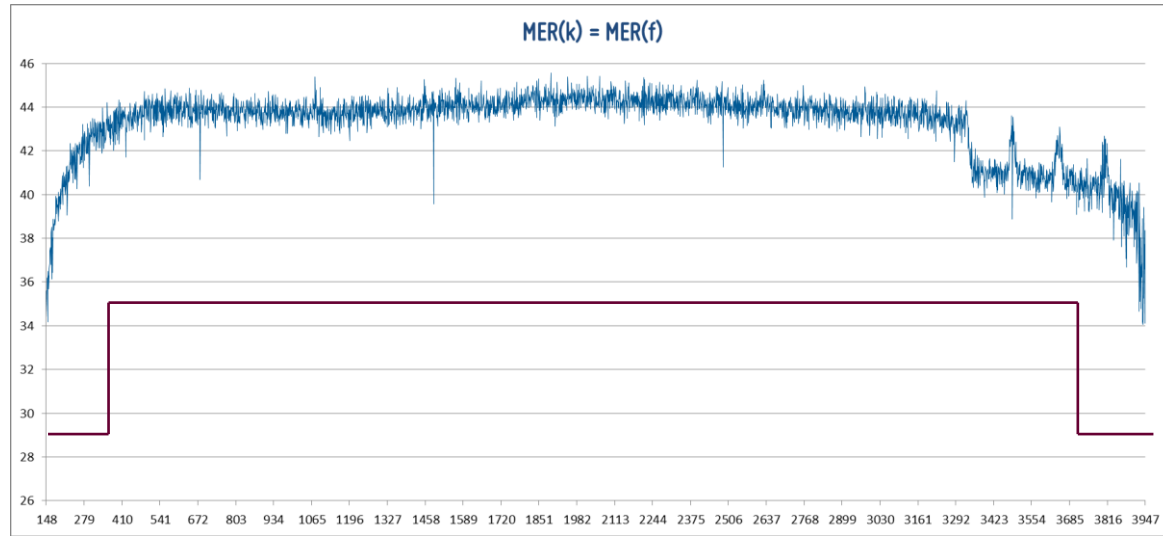
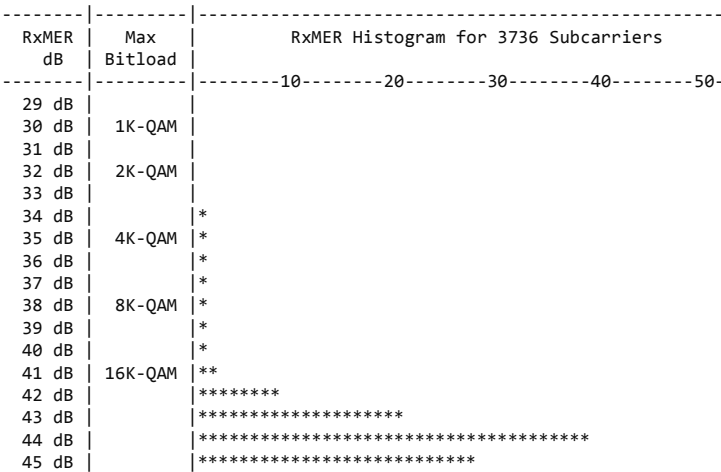
## Profile, NCP und Systemreserve

- Abhängig von den Störeinflüssen auf dem Übertragungskanal können unterschiedliche Bereiche des DS-Kanals unterschiedlich moduliert sein („bit loading“) → Unterschiedliche DS-Profile (bis zu 16 Stück). Signalisierung der vom CMTS gewählten Profile an die Kabelmodems: NCP (next codeword pointer; mit max. 64 QAM sehr robust moduliert).

Total Computations: 11

RxMER - avg(log(S/N)): 43.11 dB

RxMER - log(avg(S/N)): 43.05 dB

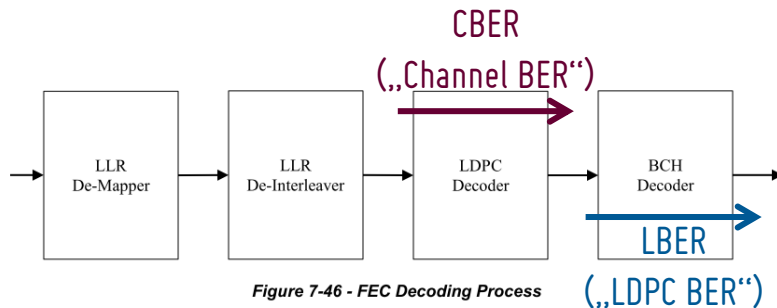


Profile	SNR Margin	LDPC Statistics			FEC Sliding Window '*' = errored
		Total	Corrected	Uncorrect	
A 4K-QAM	8.13	4792	1225	0	.....
NCP QPSK	nan	58320	0	0	.....

- Die Auswertung der Profile und der Systemreserven am Ort der Messung kann eine sehr nützliche Messung darstellen...

## Bit- und Paketfehlerraten im Downstream:

- Wie die DVB-x2-Standards nutzt auch DOCSIS 3.1 eine doppelte FEC (forward error correction) bestehend aus LDPC- (low density parity check) und BCH- (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) Verfahren.
- Im Gegensatz zu DOCSIS-pre-3.1 (Reed-Solomon-Fehlerschutz) können nun zwei Bitfehlerraten bestimmt werden:

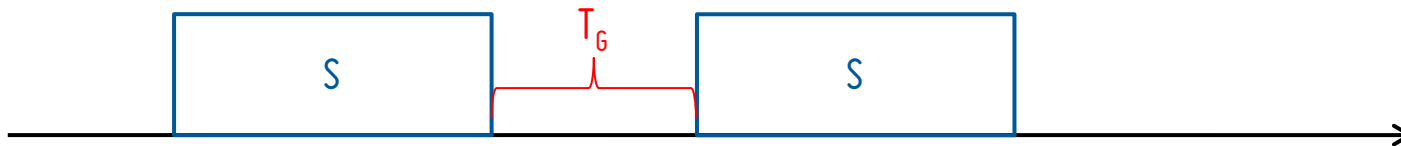


LOCK		DVB-T2	256QAM	32kFFT(E)	MER=29.7dB
TU	C 37		D	75.0dBμV	
GI= 1/16 FEC=2/3 ID=00256 LBER<1.00e-8 CBER=6.14e-4					
KANAL	FREQUENZ	MODULATION	>>>	2.FUNKTION	

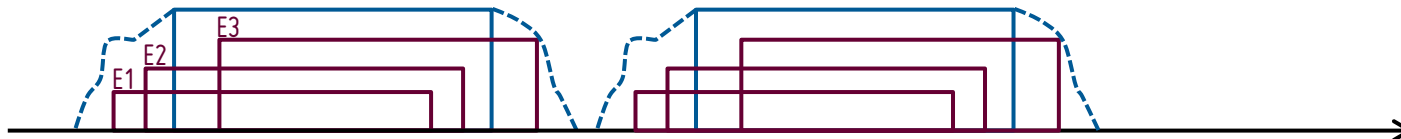
- Entscheidend ist jedoch die CBER (Kanal-BER), die LBER sagt nahezu nichts über die Verhältnisse auf dem Übertragungskanal aus, da diese BER durch den doppelten Fehlerschutz fast immer verschwindet (bzw. eine nicht verschwindende LBER ist mit der Lock-Out-Schwelle fast gleichsetzbar).
- Die klassischen MPEG-Paketfehler können bei DOCSIS 3.1 nicht mehr bestimmt werden, da die MAC-Pakete nicht mehr in MPEG-Pakete eingebettet werden.
- Statt dessen können FEC Codeword-Fehlerraten bestimmt werden.

## Impulsantwort im Downstream

- Im Idealfall trifft ein vom CMTS zum Kabelmodem (CM) ausgesendetes OFDM-Symbol (S) genau einmal am CM ein.
- Z. B. durch Fehlanpassungen auf dem Übertragungsweg (Mikroreflexionen) an denen ein Teil der HF-Energie des Signals reflektiert wird, entstehen sog. Echos (E), wodurch ein OFDM-Symbol mehrfach am Empfänger eintrifft. Dies führt zu einer Signalverbreiterung auf der Zeitachse bzw. zu einem Kanalfrequenzgang bei spektraler Betrachtung des Signals.
- Ideale OFDM-Symbole:



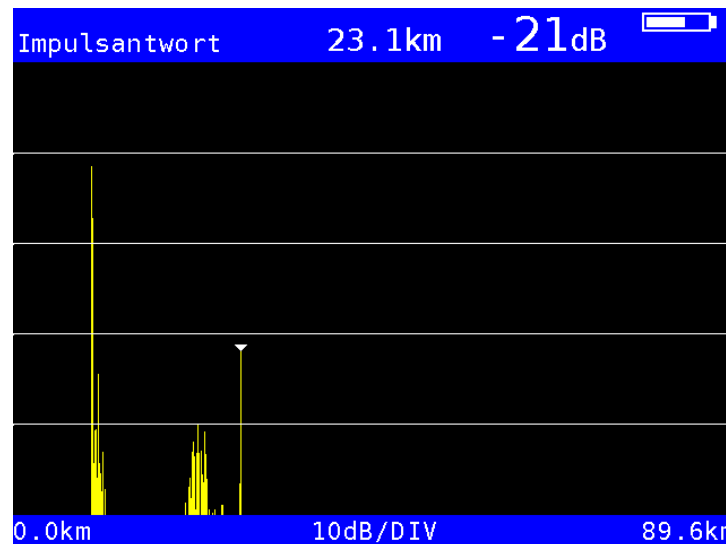
- Reale OFDM-Symbole:



- Zum Schutz vor sog. Inter-Symbol-Interferenz (ISI) durch Echos sind die einzelnen OFDM-Symbole durch das Schutzintervall oder Guard-Intervall getrennt (TG). Das Guard-Intervall ist bei DOCSIS 3.1 mit einem Teil der Symbolinformation gefüllt (sog. Cyclic Prefix).

## Impulsantwort im Downstream

- Solange alle Echos innerhalb des Schutzintervalls eintreffen, kann der Empfänger das Signal korrekt demodulieren.
- Die Impulsantwort misst die Anzahl und den Pegel der eintreffenden Echos sowie deren Lage innerhalb des Guard-Intervalls (Beispiel DVB-T):



- CP bei DOCSIS 3.1:

Parameter	4K mode	8K mode
Cyclic Prefix	0.9375 $\mu$ s (192 * $T_{sd}$ )	<b>= 187.5 m ... 1000 m</b>
	1.25 $\mu$ s (256 * $T_{sd}$ )	
	2.5 $\mu$ s (512 * $T_{sd}$ )	
	3.75 $\mu$ s (768 * $T_{sd}$ )	
	5 $\mu$ s (1024 * $T_{sd}$ )	

- Ziel: Möglichst wenige Echos mit möglichst niedrigem Pegel (dBc).

## PLC-Auswertung im Downstream

- Die Vermessung des PLC (Physical Layer Link Channel) ist von zentraler Bedeutung, da dieser die Grundinformationen enthält, die ein Modem benötigt, um eine Verbindung mit dem CMTS herzustellen!
- Der PLC ist ein 6 MHz-Bereich im OFDM-Gesamtspektrum bestehend aus entweder 120 oder 240 Subträgern (abhängig von der FFT-Ordnung), der bei einer ganzzahligen MHz-Frequenz beginnen muss. Dies erleichtert das Scannen nach dem PLC-Feld.
- Jeweils 8 oder 16 Träger enthalten die eigentliche PLC-Information. Diese sind IMMER mit 16 QAM moduliert (robust!).
- Das PLC-Feld enthält zwei Klassen von Nachrichten für die Kabelmodems: Downstream Profile Descriptor (DPD) und den OFDM Channel Descriptor (OCD). Darin beispielsweise enthalten: Modulation des NCP.
- Das PLC-Feld besitzt einen eigenen Fehlerschutz, weshalb eine PLC-BER bestimmt werden kann.
- Bereits erwähnte Messungen: Pegel und MER des PLC.
- Weitere Analysemethoden: Konstellationsdiagramm, PLC-Codeword-Error-Rate.



## Upstream

Parameter	DOCSIS 3.1	DOCSIS 3.0
Type of modulation	OFDM 2K and 4 K FFT	single carrier TDMA, S-CDMA
Frequency range	5 MHz to 204 MHz	5 MHz to 85 MHz
Channel bandwidth	up to 96 MHz	up to 6.4 MHz
QAM constellations	up to 4096	QPSK to 64
Cyclic prefix length	0.9375 $\mu$ s to 6.25 $\mu$ s	n/a
Pilots	complimentary and continuous	n/a
Forward Error Correction	LDPC	Reed-Solomon
US capacity (bps)	400 M (1 G to 2.5 G)	100 M (300 M)

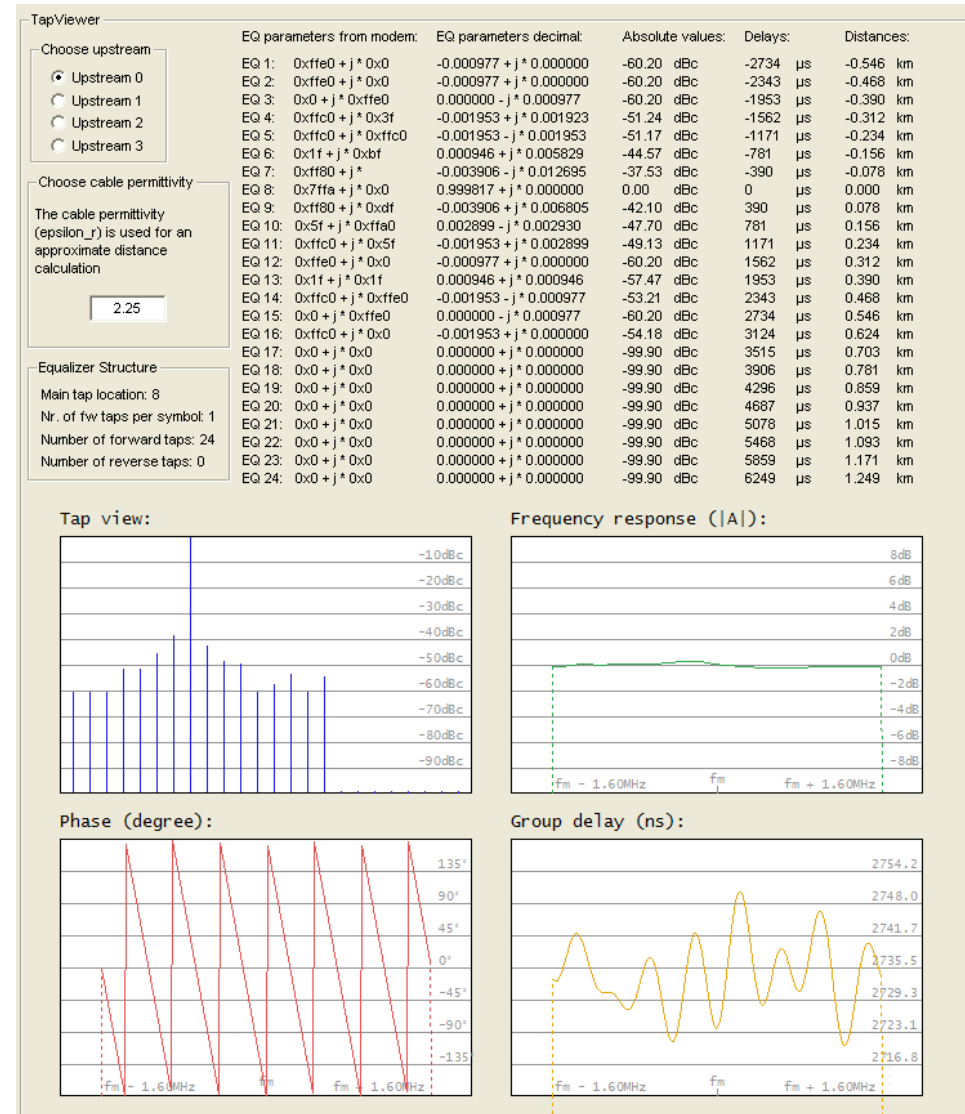
## Upstream

- **WICHTIG:** DOCSIS 3.1 (bzw. OFDM) muss im US nicht eingesetzt werden. Es sind Kombinationen aus OFDM im DS und SC-QAM im US möglich.
- Auch muss der US nicht bis 204 MHz betrieben werden. Es sind auch tiefere US-Grenzfrequenzen spezifiziert (42/65 MHz; 85 MHz (midsplit), 117 MHz).
- Viele sog. Migrationsszenarien sehen für die Einführung von DOCSIS 3.1 einen Kombinationsbetrieb aus 3.0 und 3.1 vor.

## Vermessung des Upstream

- Wichtigster Parameter: Upstream-Sendeleistung des Modems des Messgerätes nach erfolgreichem Initial- und Fine-Ranging bzw. während des Probing (periodischer Ranging-Vorgang).
- Maximale Sendeleistung eines DOCSIS 3.1 Modems: MINDESTENS 65 dBmV = 125 dB $\mu$ V.
- Minimale Sendeleistung eines DOCSIS 3.1 Modems: 17 dBmV = 57 dB $\mu$ V innerhalb 1,6 MHz Bandbreite. Dies entspricht exakt der DOCSIS 3.0 Spezifikation. Bsp.: 24 MHz Upstream:  $L_{\text{MIN}} = 57 \text{ dB}\mu\text{V} + 10 \cdot \log(24/1,6) = 68,8 \text{ dB}\mu\text{V}$ .
- Die Pegelverhältnisse an der TAD (falls das DOCSIS 3.1 Signal nicht schon früher terminiert wird) sollten im Bereich von DOCSIS 3.0 Modems liegen (d. h.  $\sim 100\text{-}110 \text{ dB}\mu\text{V}$  @ BW = 3,2 MHz).
- Wie bei DOCSIS 3.0 muss ein DOCSIS 3.1 Modem die gesendete US-Information auf Anforderung des CMTS vorentzerren (Pre-Equalization, ein komplexer Koeffizient pro Subträger). Aus diesen Koeffizienten lässt sich der Kanal-Frequenzgang des Upstreams (sowie die Phasengang bzw. die Gruppenlaufzeit) berechnen.
- Nach erfolgreicher Synchronisation zwischen dem Kabelmodem des Messempfängers und dem CMTS können weiterführende Messungen ausgeführt werden. Beispiele: PING-Test, Speed-Test, ...

# Vermessung des Upstream – EQ-Parameter



Equalizer-Parameter-Auswertung im Falle von DOCSIS3.0

## Herausforderung 1: PNM (Proactive Network Maintenance)

- PNM ist bereits im Standard festgeschrieben!
- Messtechnik muss einen Mehrwert haben bzw. die Arbeit im Feld erleichtern.

## Herausforderung 2: Darstellung und Aufbereitung der Messergebnisse

- Neue und komplexere Messparameter als z. B. bei DVB-C oder DOCSIS 1.0 bis 3.0 (z. B. MER(f), Impulsantwort)
- Anders als Messtechnik für den Laboreinsatz müssen Feldgeräte die teils komplexen Messwerte so aufbereiten, dass Techniker bei Installation, Wartung und Fehlersuche unterstützt werden!

**KWS ELECTRONIC**  
HIGH FREQUENCY TEST EQUIPMENT

Status DOCSIS3.1 @ KWS

## AMA 310

- Zwei Optionen:
  - FPGA-basierter Echtzeit-Downstream-Empfänger
  - Kabelmodem für die Kommunikation mit dem CMTS, grundlegende Downstream- Messungen und Bestimmung der Upstream-Sendeleistung; rückwärtskompatibel zu DOCSIS3.0 mit 32-x-8-Bonding



## VAROS 107

- Kabelmodem für die Kommunikation mit dem CMTS, grundlegende Downstream- Messungen und Bestimmung der Upstream-Sendeleistung; rückwärtskompatibel zu DOCSIS3.0 mit 32-x-8-Bonding



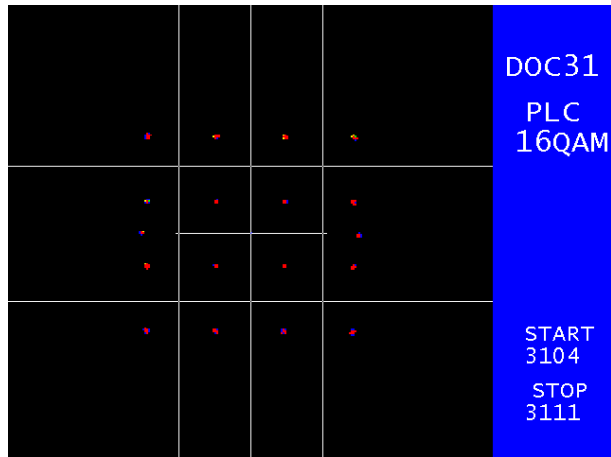


## FPGA-DS-Echtzeit-Empfänger für AMA 310

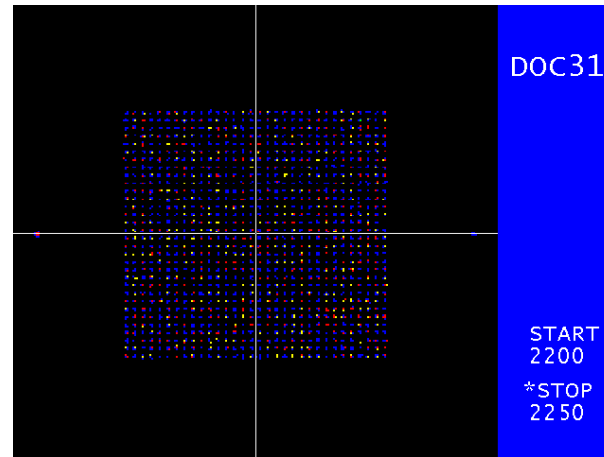
- Messungen und Features:
  - Tuner bis 1800 MHz
  - Pegelmessung (Kanalpegel und Pegel innerhalb 8 MHz Bandbreite)
  - PLC-Auswertung inkl. PLC-BER
  - Echo-Messung / Impulsantwort in Echtzeit
  - Echtzeitspektrum des OFDM-Kanals
  - Kanalfrequenzgang / Mikroreflexionen
  - Frequenz-Offset
  - Konstellationsdiagramm in Echtzeit (Einzelträger und größere Gruppen von Trägern)
  - MER des gesamten OFDM Kanals und MER(f) bzw. MER(k) in Echtzeit
  - Systemreserve / MER-Margin für jedes der (bis zu 16) Profile

# FPGA-DS-Echtzeit-Empfänger für AMA 310

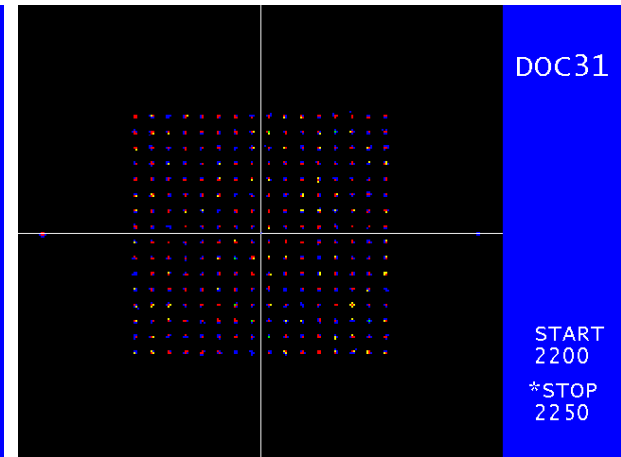
<b>LOCK</b>	PLCOK 4kFFT	$\Sigma = 86.4\text{dB}\mu\text{V}$	MER > 45.0dB
<b>D31</b>	<b>600.00MHz</b>	<b>84.4dB<math>\mu\text{V}</math></b>	
CP=5.0000us		RO=0.0000us	df= 0.0kHz
		PLCat=3104	
<<<	PROFILE B	PROFILE C	PROFILE D
			<b>TRÄGER WAH</b>



Echtzeit-Konstellation der PLC-Träger

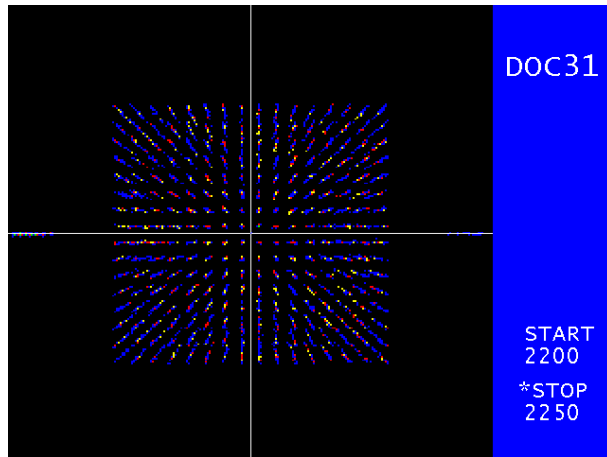


Echtzeit-Konstellation von Datenträgern (1024-QAM) und Pilotträgern (BPSK)

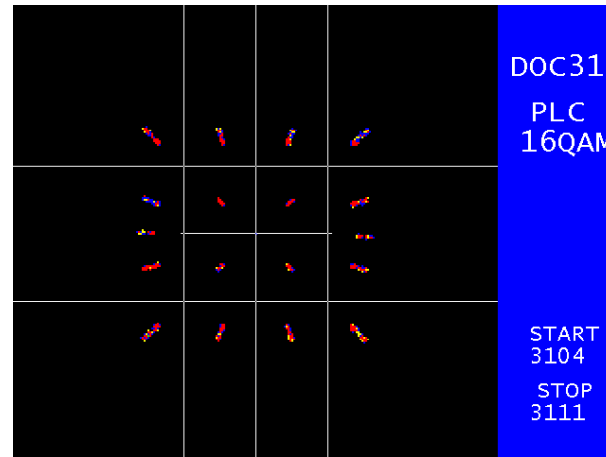


Echtzeit-Konstellation von Datenträgern (256-QAM) und Pilotträgern (BPSK)

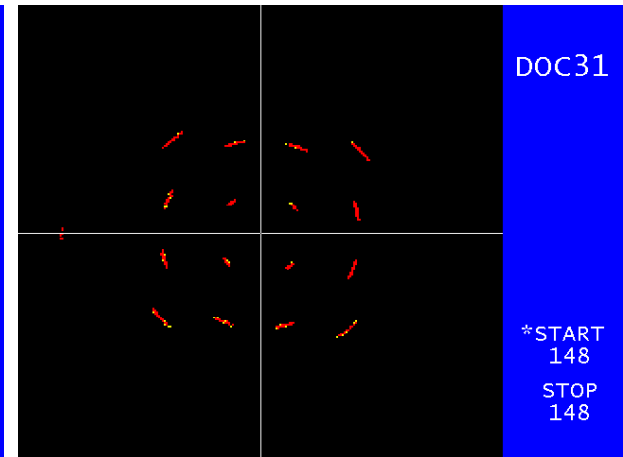
## FPGA-DS-Echtzeit-Empfänger für AMA 310



Echtzeit-Konstellation mit BRUMM-Überlagerung

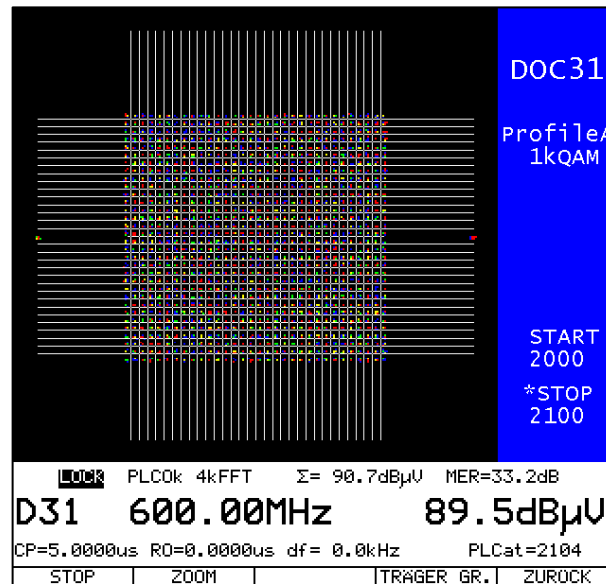


Echtzeit-Konstellation der PLC-Träger mit BRUMM-Überlagerung

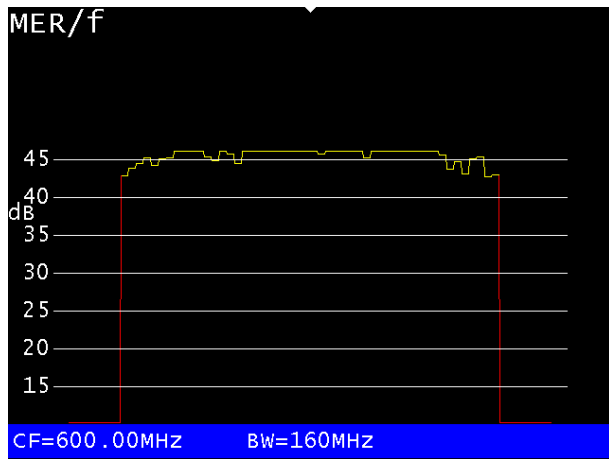


Echtzeit-Konstellation des untersten Subträgers mit Phasenrauschen

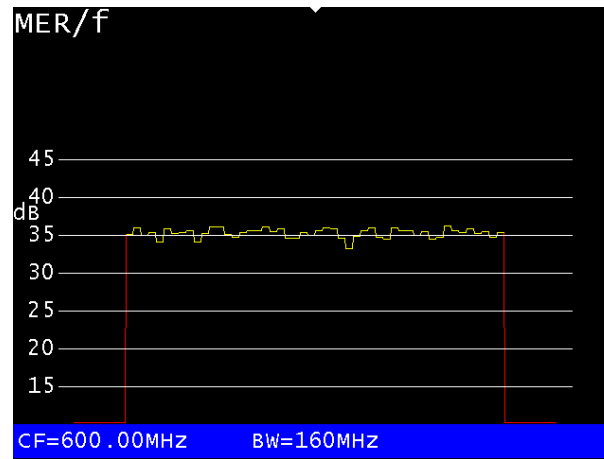
# FPGA-DS-Echtzeit-Empfänger für AMA 310



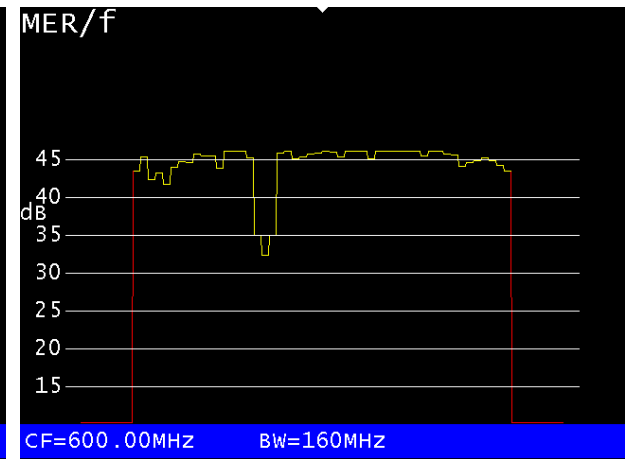
## FPGA-DS-Echtzeit-Empfänger für AMA 310



Echtzeit-MER(f)

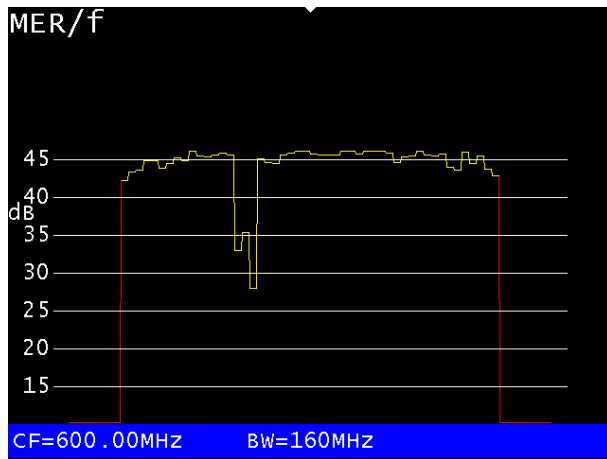


Echtzeit-MER(f) mit breitbandigem  
AWGN-Rauschen

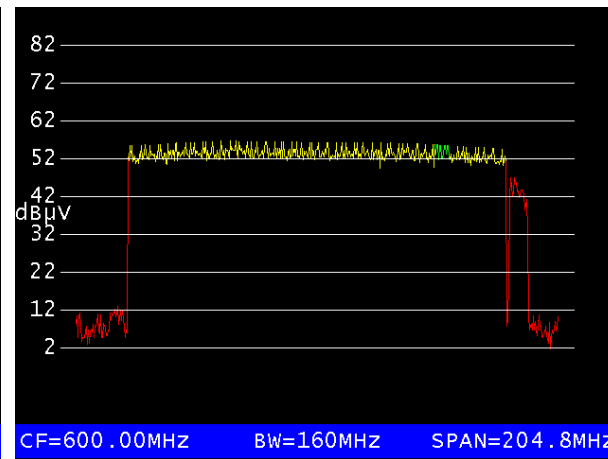


Echtzeit-MER(f) mit schmalbandigem,  
digitalem Störer (DVB-T2)

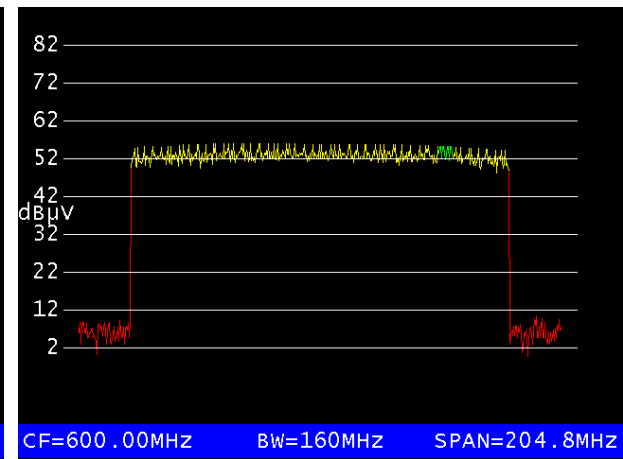
# FPGA-DS-Echtzeit-Empfänger für AMA 310



Echtzeit-MER(f) mit schmalbandigem, analogem Störer (ATV)

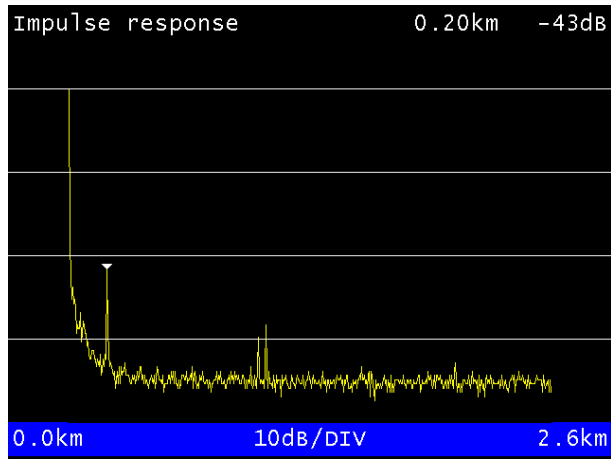


Echtzeit-Spektrum eines 160 MHz OFDM-Kanals; PLC in grün

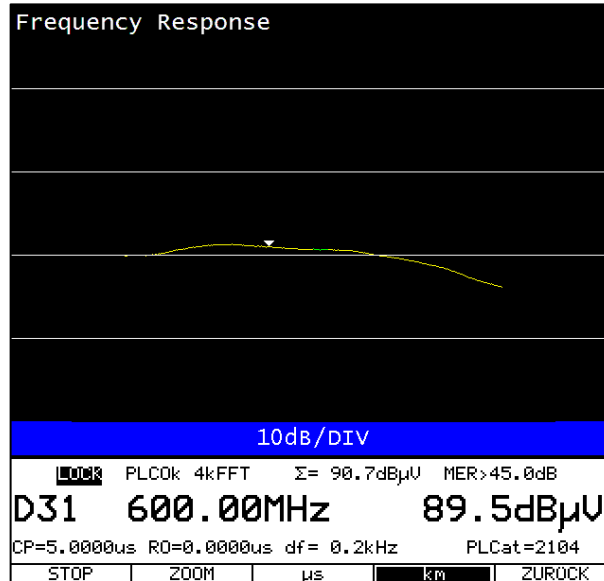


Echtzeit-Spektrum eines 192 MHz OFDM-Kanals; PLC in grün

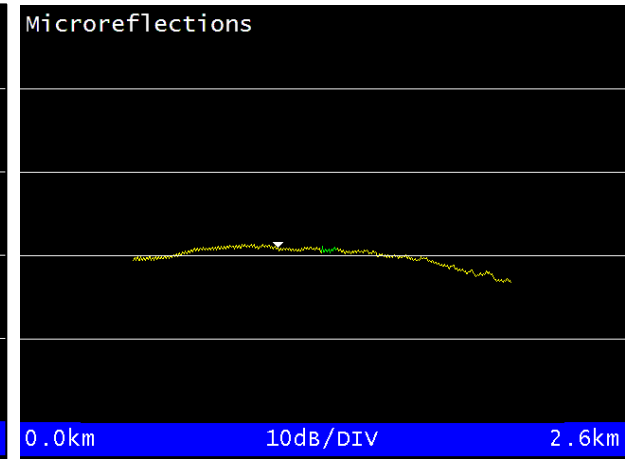
# FPGA-DS-Echtzeit-Empfänger für AMA 310



Echtzeit-Impulsantwort / Echo-Messung



Echtzeit-Kanalfrequenzgang; PLC in grün



Echtzeit-Kanalfrequenzgang mit Mikroreflektionen; PLC in grün

## FPGA-DS-Echtzeit-Empfänger für AMA 310 – Auswertung des PLC-Feldes

```

-----
PLC Parameter (1/3)
-----
OCD: OK
FFT Length: 4k
Cyclic Prefix: 5.0000µs (1/4)
Roll Off: 0µs
ChBW: 160.00MHz (3200 Subcar)
CentreLocation: 600.00MHz (2048 Subcar)
PLCLocation: 602.80MHz (2104 Subcar)
DScha.Id: 1
Interleaver Depth: 2
Num. cont.Pilots: 49 (486..3610)
Excl. Band: 0..447 - 3648..4095

-----
TS OK
Timestamp: 5521734107136
  
```

```

-----
PLC Parameter (2/3)
-----
DPD NCP: OK
NCP Profile ID: 255
NCP DScha.Id: 1
NCP Modscheme: QPSK
-----
DPD ProfileA: OK
ProfileA ID: 0
ProfileA DScha.Id: 1
ProfileA Modscheme: 1kQAM
ProfileA Start: 520.00MHz (448 Subcar)
ProfileA Stop : 679.95MHz (3647 Subcar)
-----
DPD ProfileB: OK
ProfileB ID: 1
ProfileB DScha.Id: 1
ProfileB Modscheme: 2kQAM
ProfileB Start: 520.00MHz (448 Subcar)
ProfileB Stop : 679.95MHz (3647 Subcar)
  
```

```

-----
PLC Parameter (3/3)
-----
DPD ProfileC: OK
ProfileC ID: 2
ProfileC DScha.Id: 1
ProfileC Modscheme: 512QAM
ProfileC Start: 520.00MHz (448 Subcar)
ProfileC Stop : 679.95MHz (3647 Subcar)
-----
DPD ProfileD: ---
ProfileD ID: ---
ProfileD DScha.Id: ---
ProfileD Modscheme: ---
ProfileD Start: ---
ProfileD Stop : ---
  
```



Zeitplan:

**ANGA** **COM**

WHERE BROADBAND MEETS CONTENT

**KWS** ELECTRONIC  
HIGH FREQUENCY TEST EQUIPMENT

Ein kleiner Ausblick in die Zukunft

## Entwicklungsprojekte 2018

- DOCSIS 3.1: Fertigstellung DS-Echtzeit-Analyzer für AMA 310
- DOCSIS 3.1: Fertigstellung Kabelmodem für AMA 310 und VAROS 107
- Schaltbarer Eingangsteiler (Eingangs-HF-Baugruppe umschaltbar zwischen 65- und 204-MHz-Upstream)
- AMA.remote: Flexibilisierung des Werkzeugs zur Kanalplanerstellung (AMA 310, VAROS 107, VAROS 106 – neben den klassischen Kanälen (z. B. S2, C54) können BK-Kanäle in Zukunft auch über Mittenfrequenz, Bandbreite und Modulation spezifiziert werden (z. B. D650 / 192 MHz / D3.1))
- AMA.remote: Erweiterung auf 1218 MHz
- Low-Cost Kombi-Messgerät

## Zukünftige Herausforderungen

- Die extrem leistungsfähige Hardware, die für den DOCSIS3.1-Analyzer entwickelt wurde, kann die Basis für viele weitere Innovationen und Verbesserungen sein. Beispiele:
  - Breitbandiger Echtzeit-Spektrumanalyzer von 5 MHz bis 2.5 GHz
  - Breitband-SAT-ZF-Messungen (250 MHz - 2350 MHz)
  - Echtzeitkonstellation bei DVB-T2
  - Echtzeitkonstellation bei DAB / DAB +
  - Impulsantwort (Echo-Messung) bei DAB / DAB +
  - Rückweg-Monitoring bis 204 MHz. Dazu nötig:
    - Echtzeit-Spektrumanalyzer bis 204 MHz im Kopfstellengerät
    - Erweiterter Frequenzbereich im Upstream-HF-Switch SW 024
    - Upstream-Generator im Feldgerät VAROS 107 bis 204 MHz (HW bereits vorhanden!)

# KWS ELECTRONIC

HIGH FREQUENCY TEST EQUIPMENT

Vielen Dank! Fragen???

**KWS-Electronic GmbH**  
Raiffeisenstraße 9  
Tattenhausen  
D-83109 Großkarolinenfeld

Fon: +49.8067.9037-0  
Fax: +49.8067.9037-99  
info@kws-electronic.de  
www.kws-electronic.de

