

# DOCSIS 4.0 und One Touch Network Solution<sup>TM</sup> von Technetix

**Gerald Nickel** 

Technischer Direktor

## **Agenda**



- DOCSIS Evolution
  - Wird DOCSIS & DSL "sterben"?
- HFC Optionen
  - DOCSIS-FDX FullDuplex
  - DOCSIS-ESD Extended Spectrum
  - DOCSIS-FDD Frequency Division Duplex
  - DNN-Direction Neutral Networks
- DNN Produkte
- Zusammenfassung

# **DOCSIS** Versionen im Überblick



Version	Funktionen
DOCSIS 1.0 (1997)	Basis Modem Funktionen
DOCSIS 1.1 (1999)	VoIP und QoS wird unterstützt
DOCSIS 2.0 (2002)	Mehr Bandbreite im Upstream (30 statt 10Mbps)
DOCSIS 3.0 (2006)	Channelbonding (DS: 1Gbps – US:200Mbps) Latenz ca 100ms
DOCSIS 3.1 (2013)	OFDM-Modulation (DS:10Gbps – US: 1Gbps) Latenz ca 10ms
DOCSIS 4.0 (2020)	Voll Duplex & Extended Spektrum (DS:10Gbps – US:6Gbps) Latenz ca 5ms

## **DOCSIS** wird von Glasfaser abgelöst?



#### Derzeit mangelt es dem HFC Netz an Upstream Bandbreite

- Bisher rechnete man mit DS zu US im Verhältnis 15:1 des Bandbreitenbedarfs
- Während der Corona Pandemie hat sich das verschoben zu 12,5:1

#### Comcast (ca. 50Mio Homes passed) hat folgende Kosten errechnet:

- FTTP Upgrade Also der Glasfaser Überbau kostet cirka \$1.000/household passed
- DOCSIS 4.0 und High-Split upgrade (1.2GHz) kommt auf cirka \$200/ household passed

(Quelle: Lightreading Dec 2022)



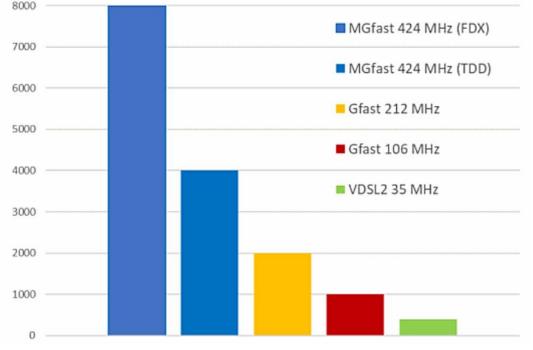
## DSL wird von Glasfaser abgelöst?



**VDSL2** Super Vectoring verwendet bis 35MHz und je nach Distanz ca 150Mbps (FTTC)

**G.fast** wird meist bis 106Mhz ausgebaut und kann bis zu 300Mbps (FTTC & FTTP)

**G.mgfast** wird Frequenzen bis 424MHz verwenden und erreicht bis zu 4Gbps (FTTP – ca 50m)
Unterstützt sowohl Doppelader als auch Koax



Theoretische Bandbreite auf kurze Distanzen

## **DOCSIS Spektrum Optionen**



DOCSIS 3.0, 65/85 low split, max 862 MHz

**Guard Band: 52MHz** 

Guard Band: 20MHz

DOCSIS 3.1 high split, 204/258 split, max 1218 MHz

Guard Band: 100MHz

DOCSIS 4.0 392/492 split, max 1796 MHz

Guard Band: 114MHz

DOCSIS 4.0 ESD: ultra high split, 492/606MHz, max 1796 MHz 684/804MHz

Guard Band: 0MHz

DOCSIS 4.0 FDX: US bis 85 MHz, FDx to 684 MHz, DS bis 1218 MHz

Guard Band: 0MHz

DOCSIS 4.0 FDD/DNN: US bis 85 MHz, DNN bis 492, DS bis 1796 MHz

#### DOCSIS 4.0 Standard – FDX vs. ESD & FDD



#### Voll Duplex DOCSIS-(FDX)

#### **Vorteile**

- Netzwerk bleibt bei 1.2 GHz
- Outdoor Tap Wechsel
- Sehr effiziente Bandbreiten-Nutzung

#### **Nachteile**

- N+0 Architektur
- Hohe Stromverbrauch
- Isolations-Herausforderungen von Interferenz Gruppen
- Teuer für den Netzumbau

# Extended Spektrum DOCSIS(ESD)

#### **Vorteile**

- Gleiche Netzwerkstruktur wie 1.2 GHz
- N+3 bis N+5 Kaskaden möglich
- Produkte sind serienreif

#### **Nachteile**

- Guardband frisst Bandbreite
- Hohe Dämpfung >1.2GHz
- Hoher Stromverbrauch
- 1.8 GHz erfordert Tausch aller Komponenten
- Hohe Netzanforderungen, da 1.8GHz!

# FDD Frequenz Division Duplex -

#### Vorteile

- Gleiche Netzwerkstruktur wie 1.2 GHz
- N+3 bis N+5 Kaskaden möglich
- effiziente Nutzung des Frequenzbandes
- Höchster Durchsatz
- Mittlerer Stromverbrauch

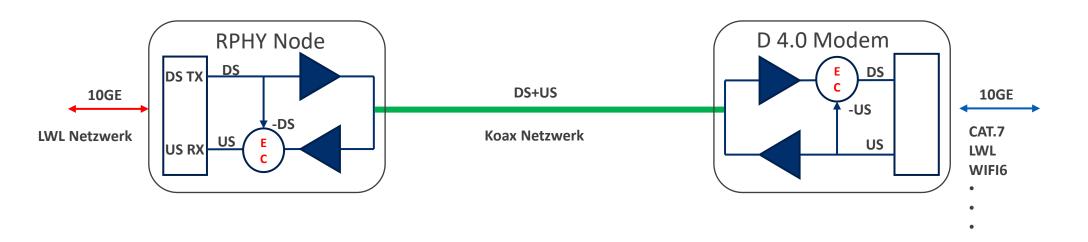
#### **Nachteile**

- Neuberechnung des Netzwerkes
- Für 1.8 GHz erfordert Tausch aller Komponenten

## **DOCSIS 4.0 FDX – Echo Cancellation N+0**



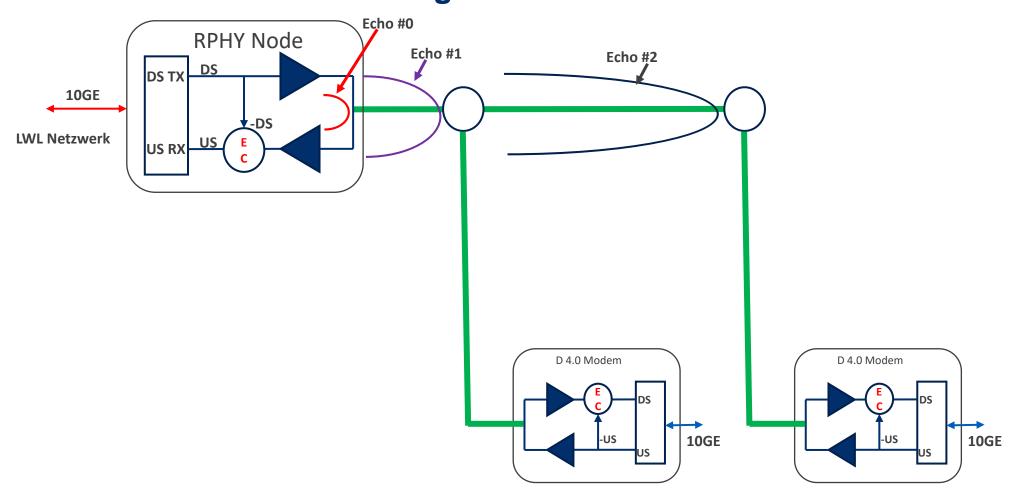
### Ist nur ein Modem am RPD angeschlossen ist es noch einfach



## **DOCSIS 4.0 FDX – Echo Cancellation Stufe 2**



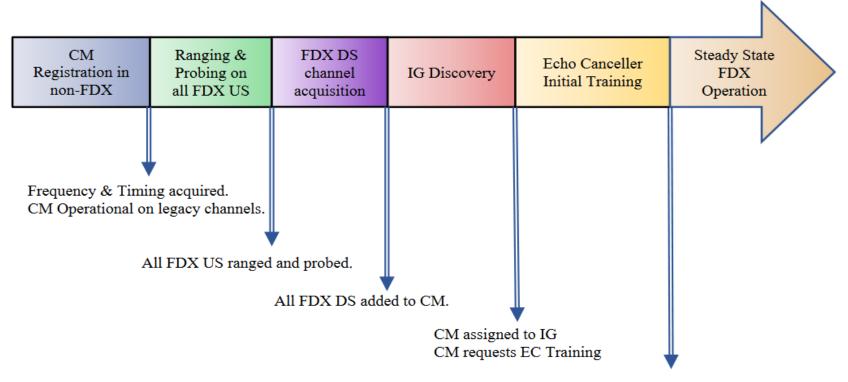
## N+0 über mehrere Abzweiger



## **DOCSIS 4.0 FDX - Modem Ranging Ablauf**



- Das Ranging beginnt in den traditionellen D3.1 Kanälen
- Dann startet die FDX Kanal Abstimmung
- "Sounding" dem Abstimmen der Echo Canceller



Quelle: Cablelabs CM-SP-PHYv4.0

CM's EC sufficiently converged

## **DOCSIS 4.0 ESD - Spektrum Nutzung bis 1.8GHz**



- Die hohen Frequenz benötigen höchste Sorgfalt in der Stecker Montage
- Geringste Kratzer am Innenleiter führen zu Problemen (Skin-Effekt)



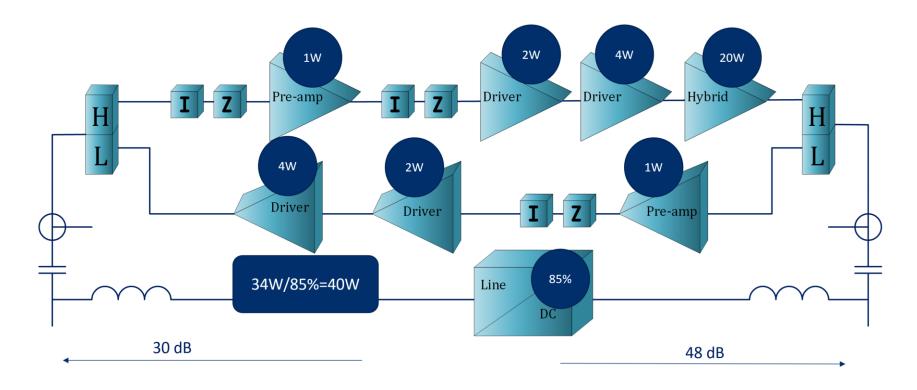
- Impedanz-Anpassungsfehler alter Kabel können zum Problem werden
- Zu lange/kurze Pin's und Innenleiter-Klemmschrauben sind problematisch
- KEINE LOSEN VERSCHRAUBUNGEN Armaturen & Gehäuse
- Ferrite werden immer problematischer in hohen Frequenzen
- Hoher Stromverbrauch

## **DOCSIS 4.0 ESD - 1.8GHz Verstärker Upgrade**



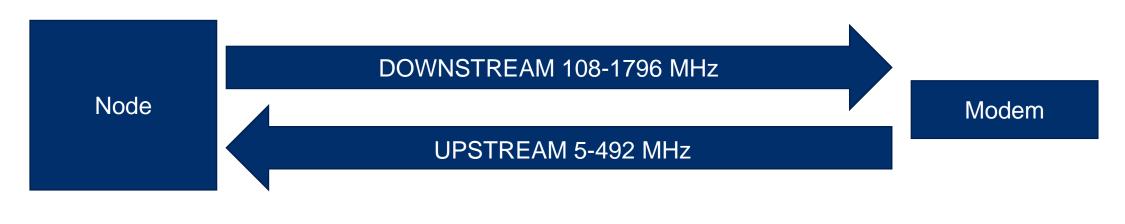
- Anpassungen der Verstärker an die Kabel wird schwieriger
- zusätzliche Verstärkerstufen und hohe Entzerrung >20dB

+4db Verstärkung = +21W Stromverbrauch



## **DOCSIS 4.0 FDD - Direction Neutral Network**

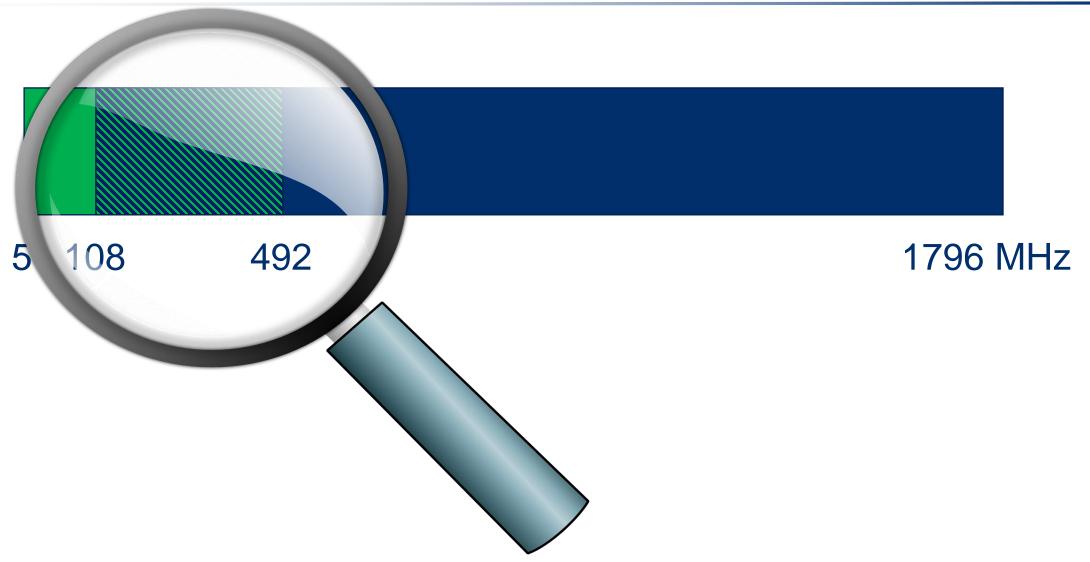






## **DOCSIS 4.0 FDD - Direction Neutral Network**





#### **DOCSIS 4.0 FDD - Direction Neutral Network**



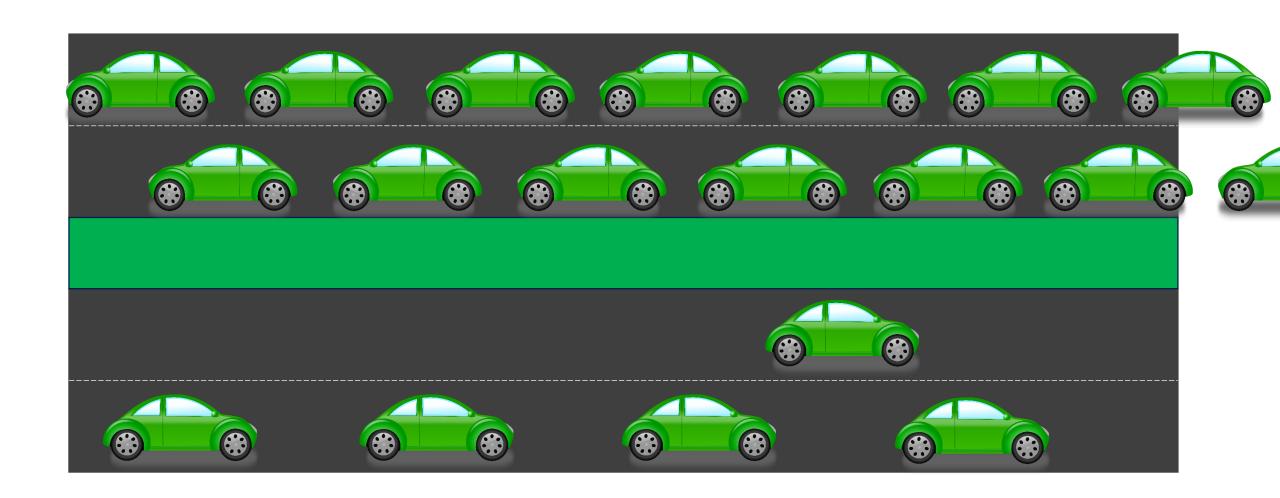


**DOCSIS 4.0 FDD – Frequenz Division Duplex – US und DS sind getrennt** 

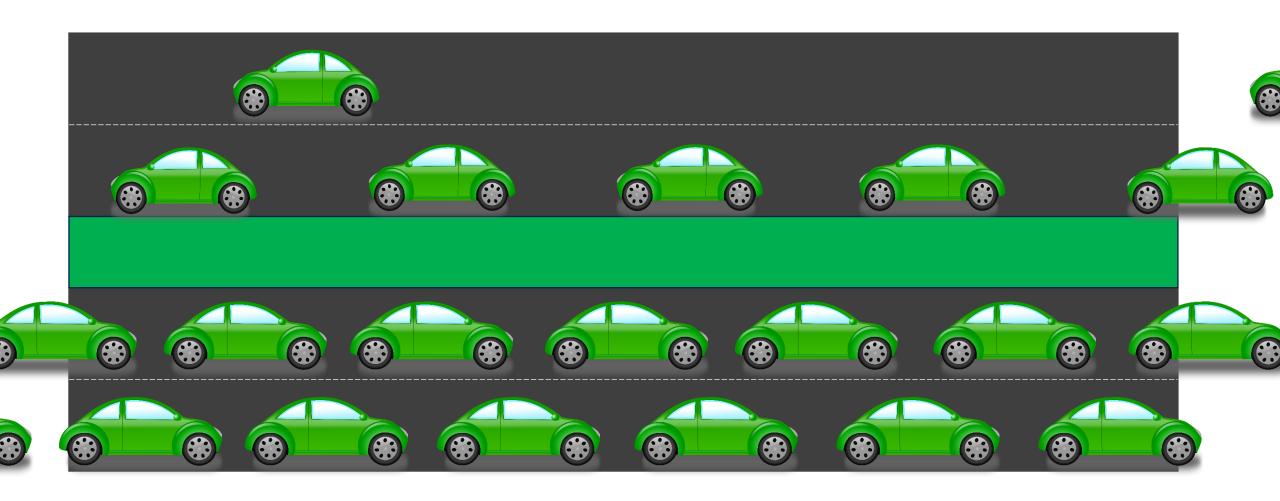


Je nach Bedarf können Upstreams zugeschaltet werden

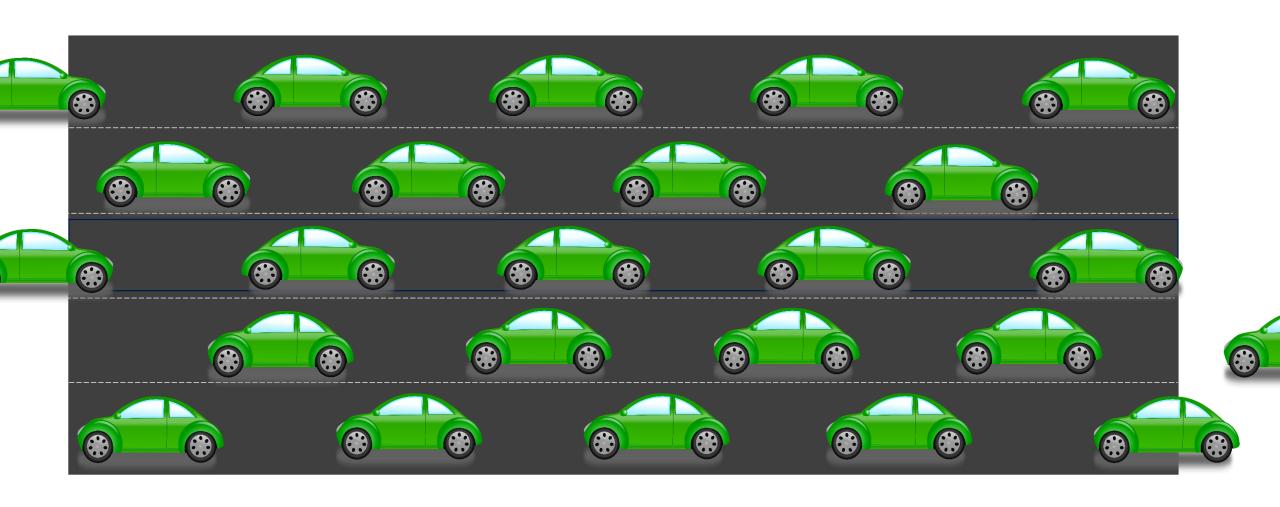




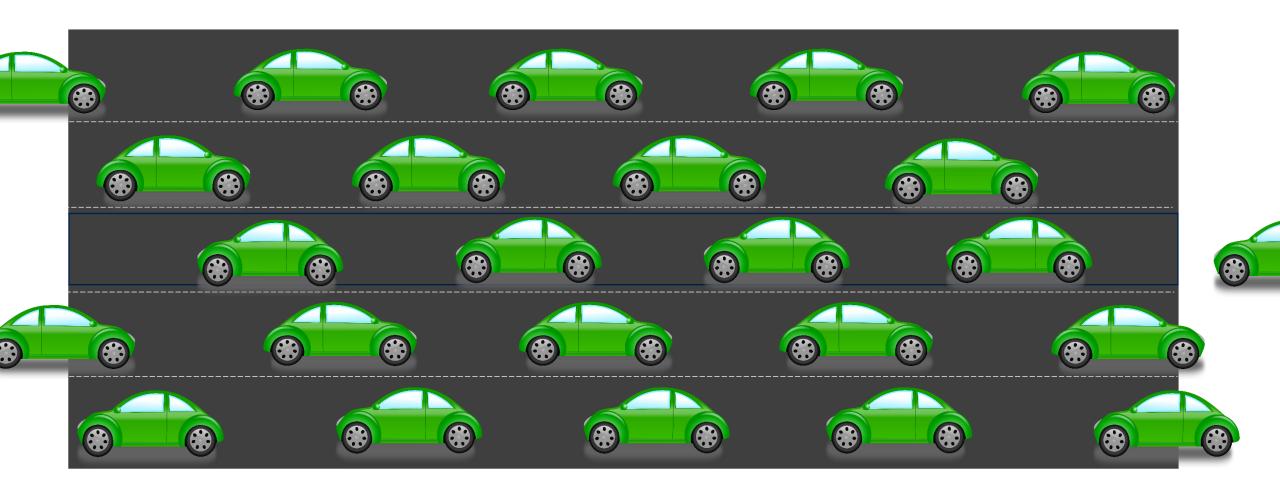












#### **Vorteile der Direction Neutral Networks**



Derzeitiger Kanalplan 65/85MHz bzw. 85/102MHz unterstützt UKW, Telemetrien, Infokanal im Bereich ab 87 bzw. 102MHz



Mehr Upstream Bandbreite braucht Upstream-Frequenz bis 200MHz

- DOCSIS 3.0 = 5-85MHz für Upstream Frequenzen => ca 200Mbps (8x6,4MHz QAM64)
- 1xOFDM Träger mit 48MHz = ca 300MBps Durchsatz (z.B. 156-204MHz)

#### **Direction Neutral Solution - Halbduplex**

US 3.0 UKW US 3.1 DOWNSTREAM

UKW/Infokanal @ 114-136MHz

Flexible Mapping von Vorweg und Rückweg Diensten.

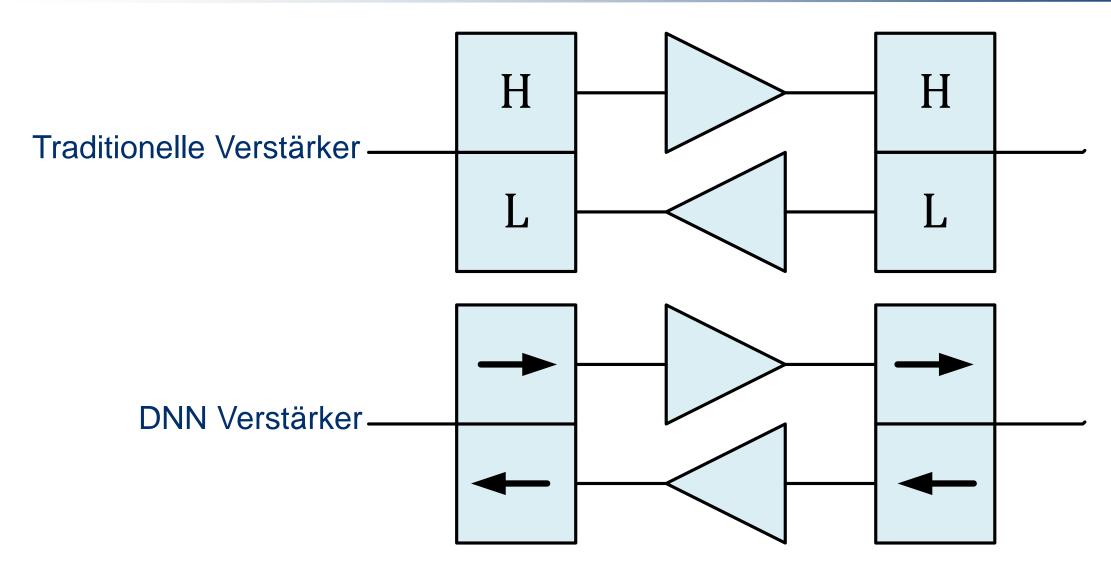


# Wie funktioniert ein Direction Neutral Network?

© 2023 AVDM Audio Video Daten Management GmbH

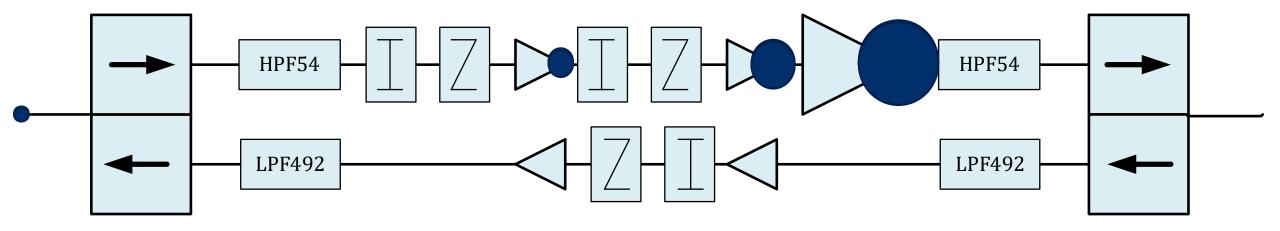
## **Das Funktionsprinzip**





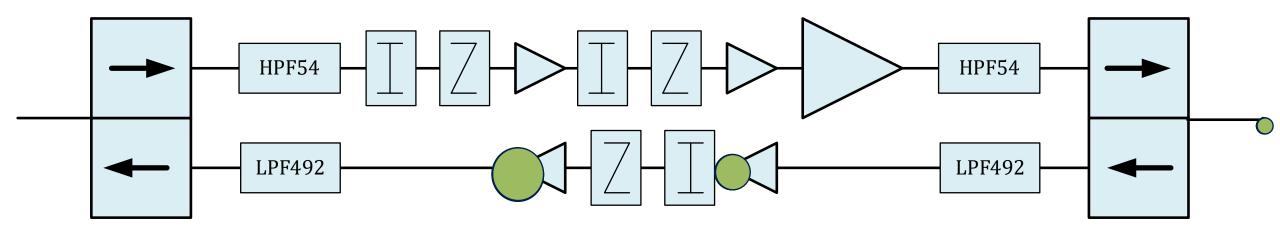
# **DNN - Richtungs-unabhängige Verstärker**





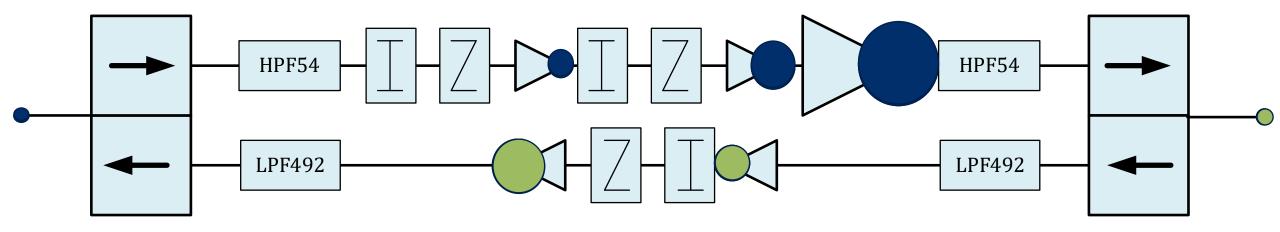
## **DNN - Richtungs-unabhängige Verstärker**





# **DNN - Richtungs-unabhängige Verstärker**



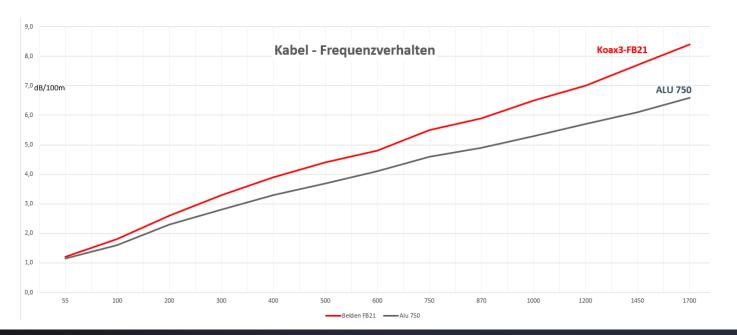


## **DNA-1800 Direct Neutral Amplifier/Booster**



- Downstream Frequenz 54-1800 MHz
- Downstream Verstärkung (@1800 MHz) 20 dB
- Upstream Frequenz 5-684 MHz
- Upstream Verstärkung (@684 MHz) 8,5 dB
- Stromverbrauch 6W





Koax 3dB ~9dB/100m @ 1.8GHz Alu 750 ~7dB/100m @ 1.8GHz

Alle 200m werden die Kabelverluste ausgeglichen

## **DNS-1800 Direct Neutral Splitter – 3Way**



- 3-fach aktiver Splitter
- Downstream Frequenz 54-1800 MHz
- Downstream Dämpfung (@1800 MHz) 0dB/Port
- Upstream Frequenz 5-684 MHz
- Upstream Dämpfung (@684 MHz) 0dB/Port
- Stromverbrauch 6W



## **DNN-1800-G Gruppen Verstärker**



- Flexi Split keine Diplex Filter
- Drei Ausgangs Port-Paare (US/DS getrennt)
- One touch upgrade
- Geringer Stromverbrauch ~ 38W
- FSK Empfänger für Ingress Control



## **DNN-1800-E Endverstärker**



- Flexi split, keine Diplex Filter
- Zwei Ausgangs Port-Paare (US/DS getrennt)
- Geringer Stromverbrauch ~ 22W
- FSK Empfänger für Ingress Control

## TMT-1800 Multitap mit separaten US/DS Ports







# Wann rechnet sich das alles?

© 2023 AVDM Audio Video Daten Management GmbH

## Der beste Migrationspfad für KabelTV Netze



35-45% CAPEX und OPEX Einsparungen

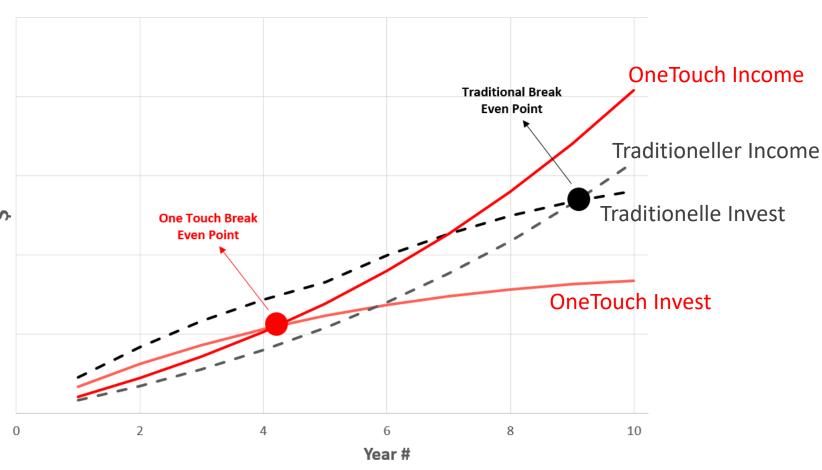
30% mehr Durchsatz

Kein "Guard Band" der Diplexer

35% Stromersparnis

Längere Haltbarkeit der Verstärker, da geringere Hitzeentwicklung

## **Break Even Point**



## Netzwerk Kosten für zukünftige Netzumbauten



#### Traditional networks

DOCSIS 3.0 LS	CAPEX / HP	OPEX / HP	TCO / HP	Raw DS speed	Raw US speed
DOCSIS 3.1 HS	€30	€30	€60	9.6 Gbps	1 Gbps
DOCSIS 4.0 HS	€ <mark>40</mark> 1.2 GH	z AMP / 20 HP	€70	15 Gbps	1 Gbps
DOCSIS 4.0 UHS		Hz tap <b>∮</b> 45HP	€20	12 Gbps	4 Gbps

#### One Touch networks

DOCSIS 3.0 LS	CAPEX / HP	OPEX / HP	TCO	/ HP	Raw DS speed	Raw US speed
DOCSIS 3.1 HS	€45	€30 €75		75	10.1 Gbps	1 Gbps
DOCSIS 4.0 HS	<b>€</b> 0 1.8 GI	1.8 GHz DNN AMP / 20 HP			16 Gbps	1 Gbps
DOCSIS 4.0 UHS				€0	13 Gbps	4 Gbps

## Zusammenfassung



- One Touch einmaliger Netzwerkupgrade für zukünftige Anwendungen
- Direction Neutral Networks Verstärker ermöglichen "One Touch Network"
- Direction Neutral Networks sind kompatibel zu DOCSIS 3.0 aber auch zukunftsicher für
  - DOCSIS 3.1 High-split (0.2/1.2Ghz),
  - DOCSIS 4.0 Extended Spectrum DOCSIS (1.8GHz)
  - DOCSIS 4.0 UHS (684/804MHz)
- Directional Neutral Network unterstützt jetzt schon Halb-Duplex
  - d.h. ein Mix von Upstream und Downstream Signale
  - UKW/Infokanal/Panoramakanäle können weiterhin zwischen den Upstream Kanälen ausgestrahlt werden