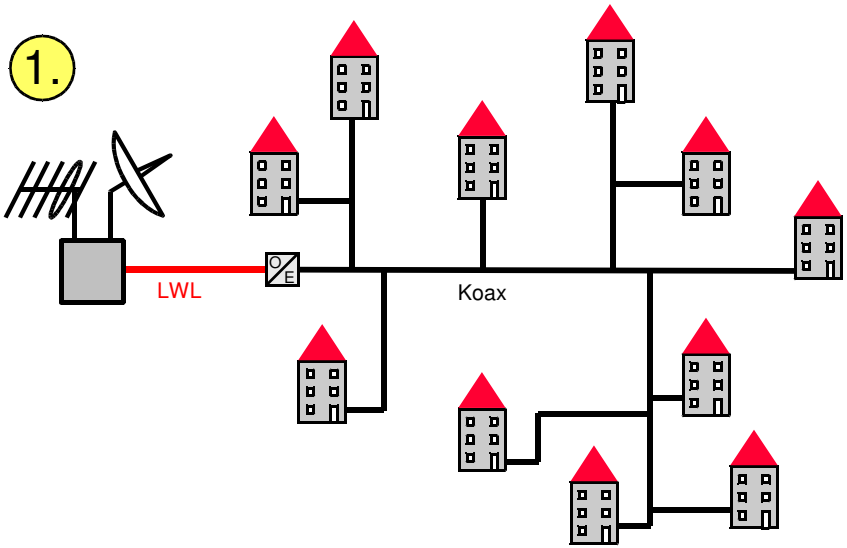
6. Berliner Techniktage

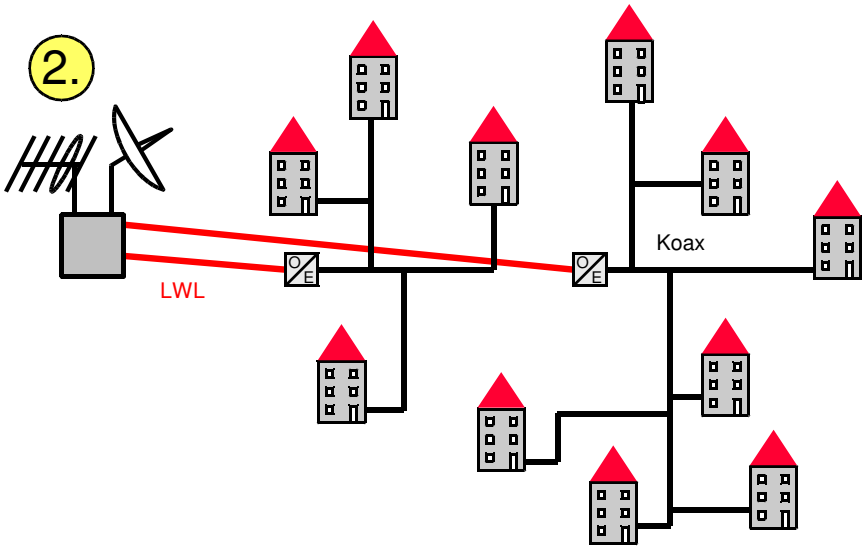
Zukunft der TV-Verteilung

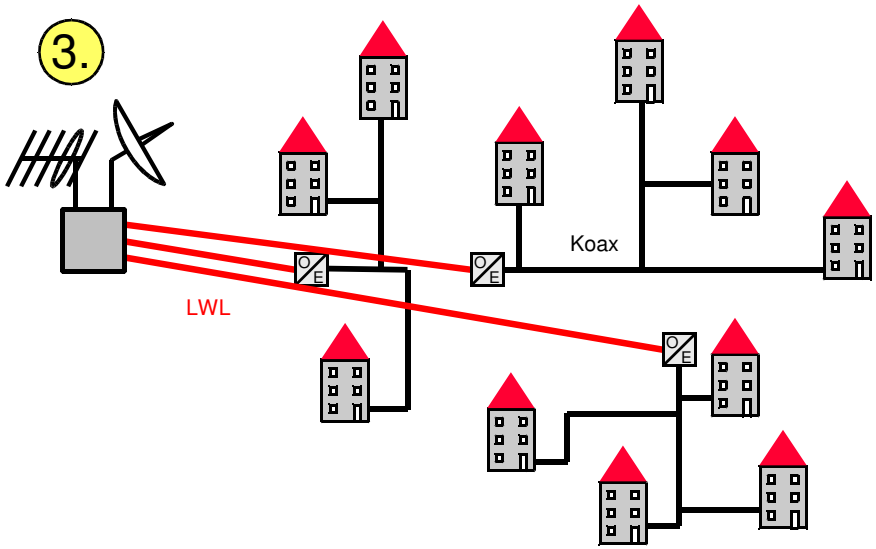
21./22.3.2013 Berlin

Evolution der HFC-Technik

Wachsender Bandbreitebedarf → Kapazitätserhöhung durch Segmentierung:

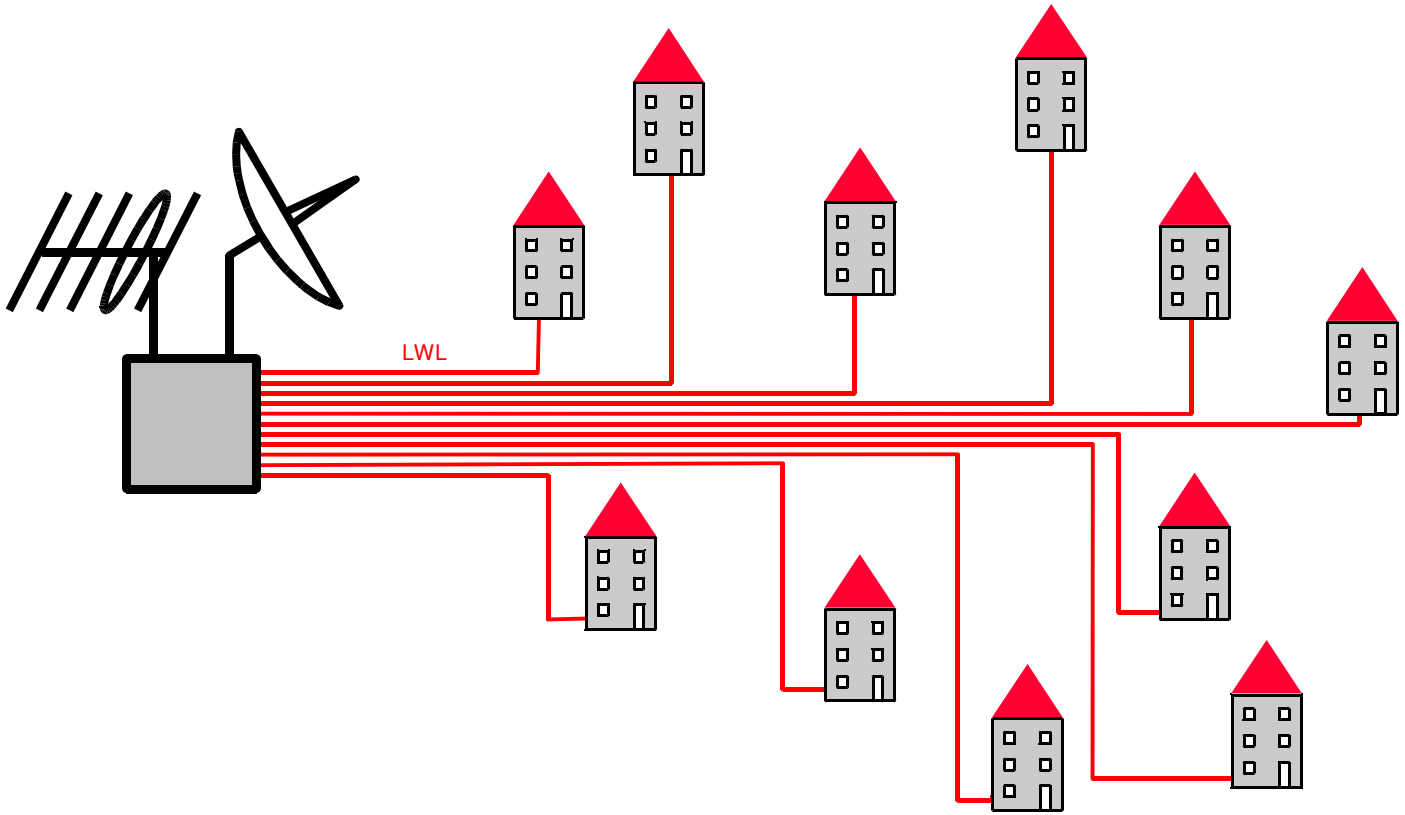






Der Anteil an Koaxialkabel wird dabei schrittweise durch LWL ersetzt → LWL nähert sich dem Teilnehmer

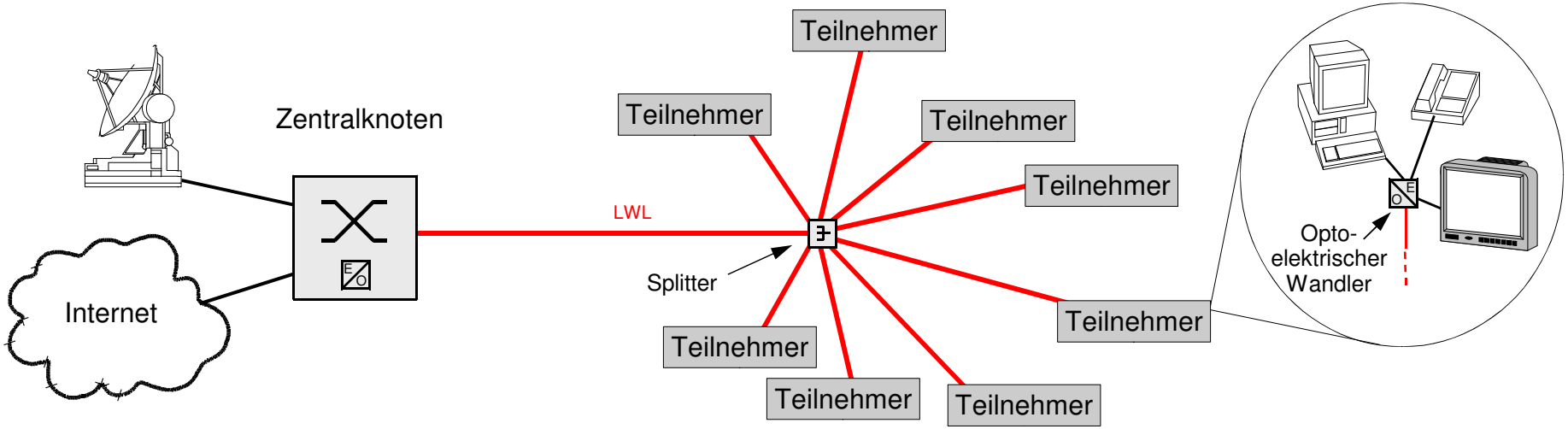
NE3-Neubau: Ist die Verlegung von Koax noch sinnvoll? → FTTB



Fragen:

- Wird ein LWL pro Gebäude jemals benötigt?
- Wie geht es im (Mehrfamilien-)Haus weiter (Migration zu FTTH)?

Wie macht es die „digitale Konkurrenz“?



PON-Struktur (Passive Optical Network)

- Einsparung von Fasern durch
  - Einsatz von Splitter (1:16, 1:32, 1:64 oder 1:128)
  - Multiplex-Betrieb
- Als FTTH-Lösung seit über 20 Jahren von TK-Netzbetreibern favorisiert
  - Genormt
  - Potenziell preiswerte Technik

PON-Varianten

Heute genutzte PON-Varianten

Bezeichnung	Spezifikation	Übertragungsrate		Technik	Gebiet
		Downstream	Upstream		
APON	ITU-T G.983	622 Mbit/s	155 Mbit/s	ATM-basierend	
BPON	ITU-T G.983	622 Mbit/s	155 Mbit/s	Breitband, ATM-basierend	
EPON	IEEE 802.3h	1,244 Gbit/s	1,244 Gbit/s	Ethernet-basierend	Asien
GPON (Gigabit)	ITU-T G.984	2,488 Gbit/s	1,244 Gbit/s	ATM- oder GEM-basierend	USA / Europa

PON-Varianten für zukünftige Nutzung

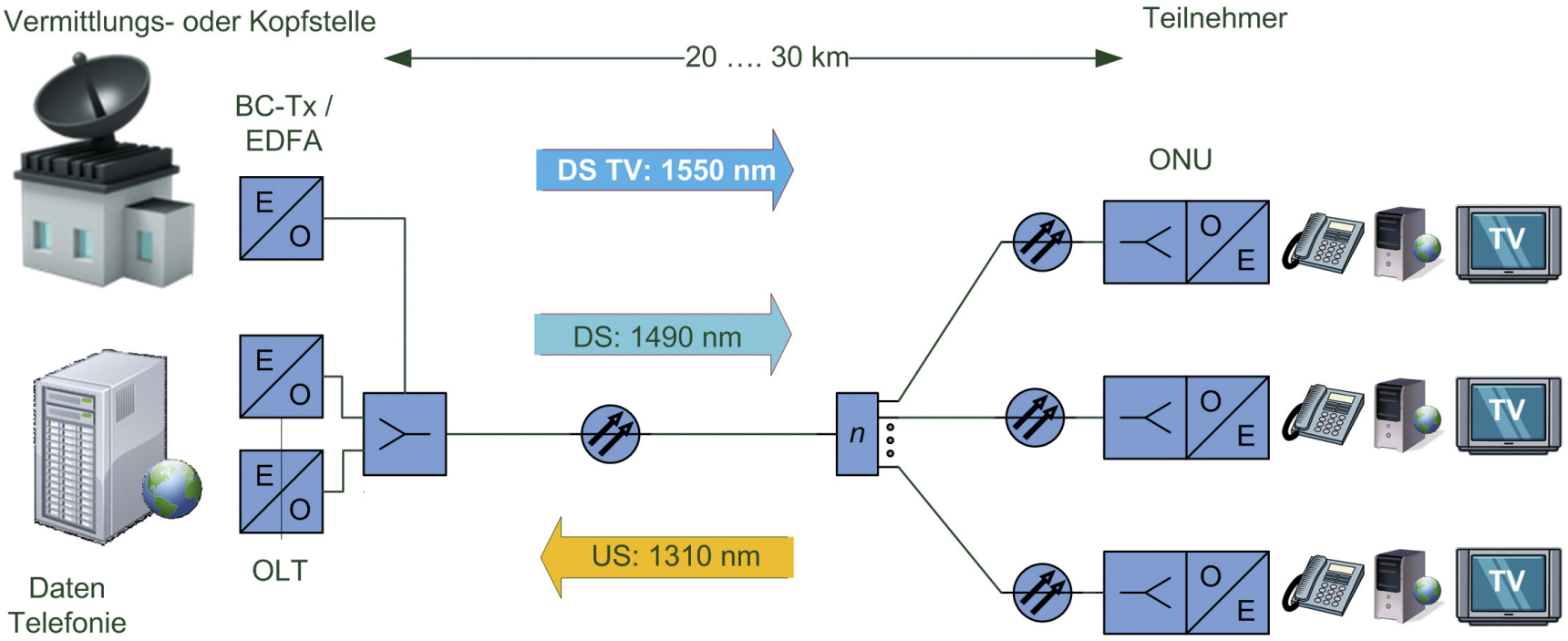
Bezeichnung	Spezifikation	Übertragungsrate		Technik
		Downstream	Upstream	
10GEPON (10Gigabit)	IEEE 802.3v	10 Gbit/s	2,5 oder 10 Gbit/s	Ethernet-basierend
WDM-PON		10 Gbit/s	2,5 oder 10 Gbit/s	1 Wellenlänge pro ONU

Quelle: dibkom-Schulungsunterlagen

Taugt PON für TV-Versorgung?

Hochschule Magdeburg Stendal
FB IWID / Inst. f. Elektrotechnik
Prof. Dr.-Ing. D. Schwarzenau

- IPTV → ja, aber (noch) teure Technik
- Alternativ: preiswerte Analogtechnik als Overlay

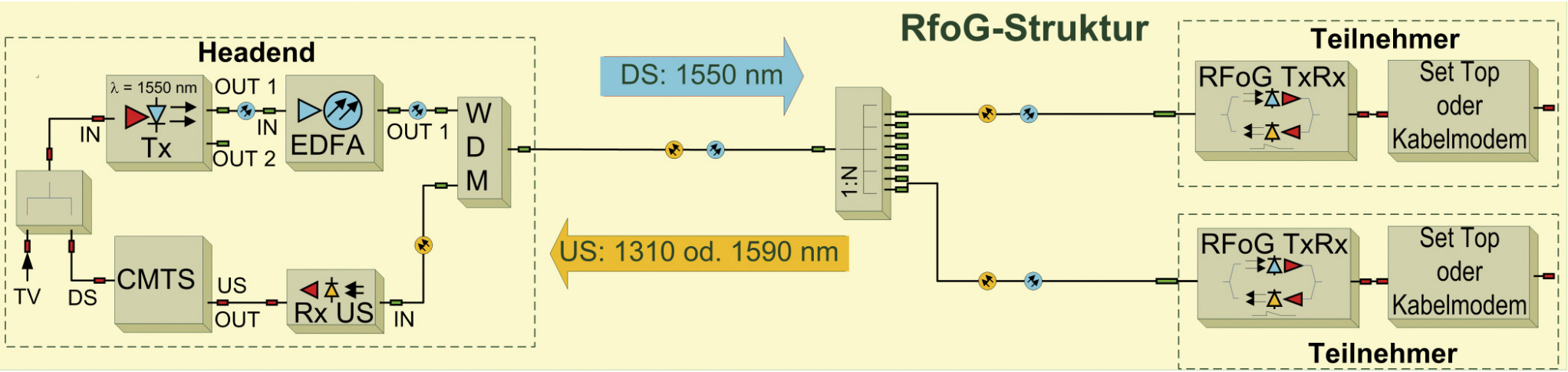


Quelle: dibkom-edition: Optische Netze

- Einsatz einer 3. Wellenlänge
- Hohes Dämpfungsbudget erforderlich (1:64-Splitter → 22 dB)

PON für Kabelnetzbetreiber: RFoG

- Kabelnetzbetreiber bevorzugen DOCSIS für interaktive Dienste
- PON-Struktur mit DOCSIS → RFoG (RF over Glass)
- Norm in Endphase: EN 60728-14



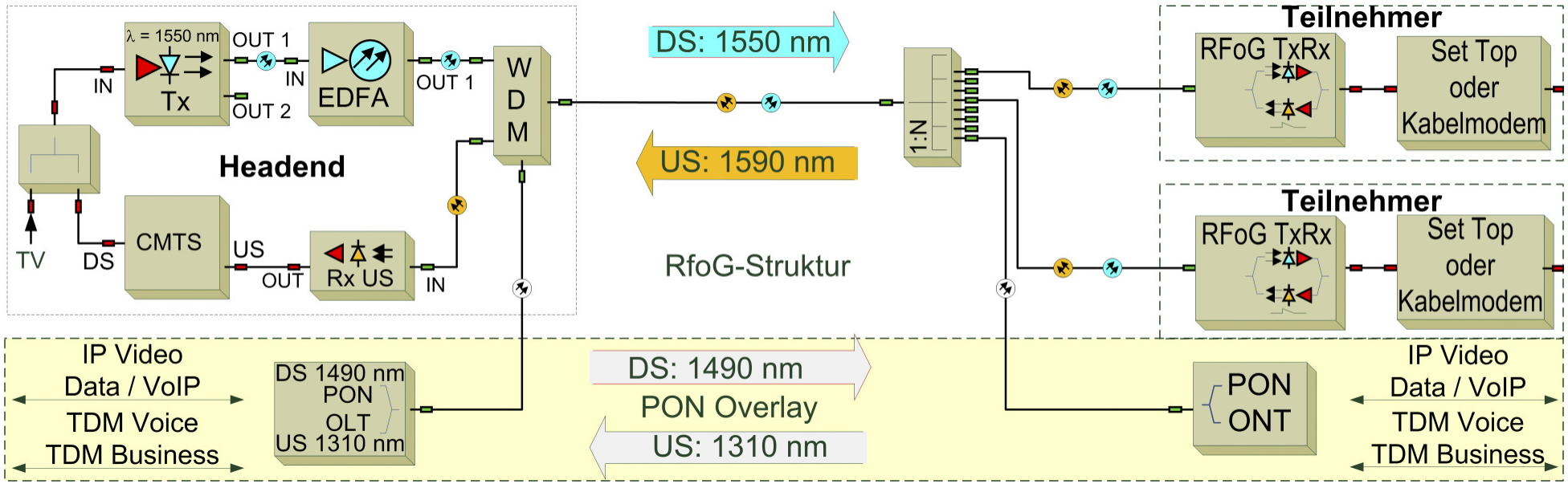
Quelle: dibkom-edition: Optische Netze

Achtung:

- Gleichzeitiger Betrieb von Rückwegsendern kann zu starken Störungen führen (OBI: Optical Beat Interference)
  - Rückwegsender dürfen nur im Burst-Mode arbeiten
  - Ingress und Parallelbetrieb von CMTS problematisch

Migration RFoG → PON

- RFoG als PON-Overlay



Quelle: dibkom-edition: Optische Netze

- Als Betriebsmodell ungeeignet (interaktive Dienste doppelt)
- Aber: reibungsloser Übergang
  - Ersatz DOCSIS durch OLT/ONT
  - Übrig bleibt: PON mit RF-Overlay

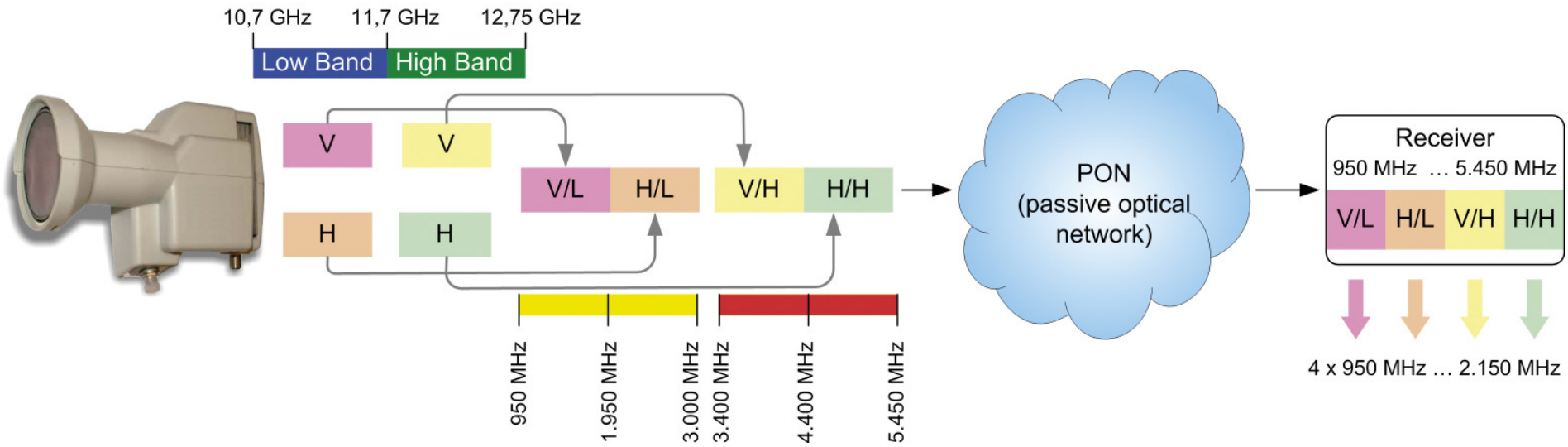
Dilemma der Wohnungswirtschaft

- Langfristig ausgelegtes Geschäft → ab wann Investition in LWL statt Koax bei Neubau/Renovierung?
- SAT bietet größeres Programmangebot als Kabel
- Attraktive Multimedia-Versorgung wichtig für Vermietung
  - Eigenbetrieb interaktiver Kabelnetze oft nicht sinnvoll
  - Einflussnahme auf Gestattungspartner kaum möglich

- Möglichkeit eines Auswegs:
  - Telefon, DSL und UMTS bzw. LTE vorhanden → braucht man zusätzlich DOCSIS?
  - Wenn nein: Eigenbetrieb eines modernen LWL-Netzes nur mit SAT-Signalen denkbar!

Opt. SAT-ZF-Verteilung

- Vorteile Glasfaser:
  - Geringe Dämpfung (hohe Reichweite)
  - Große (weit gehend frequenzunabhängige) Bandbreite

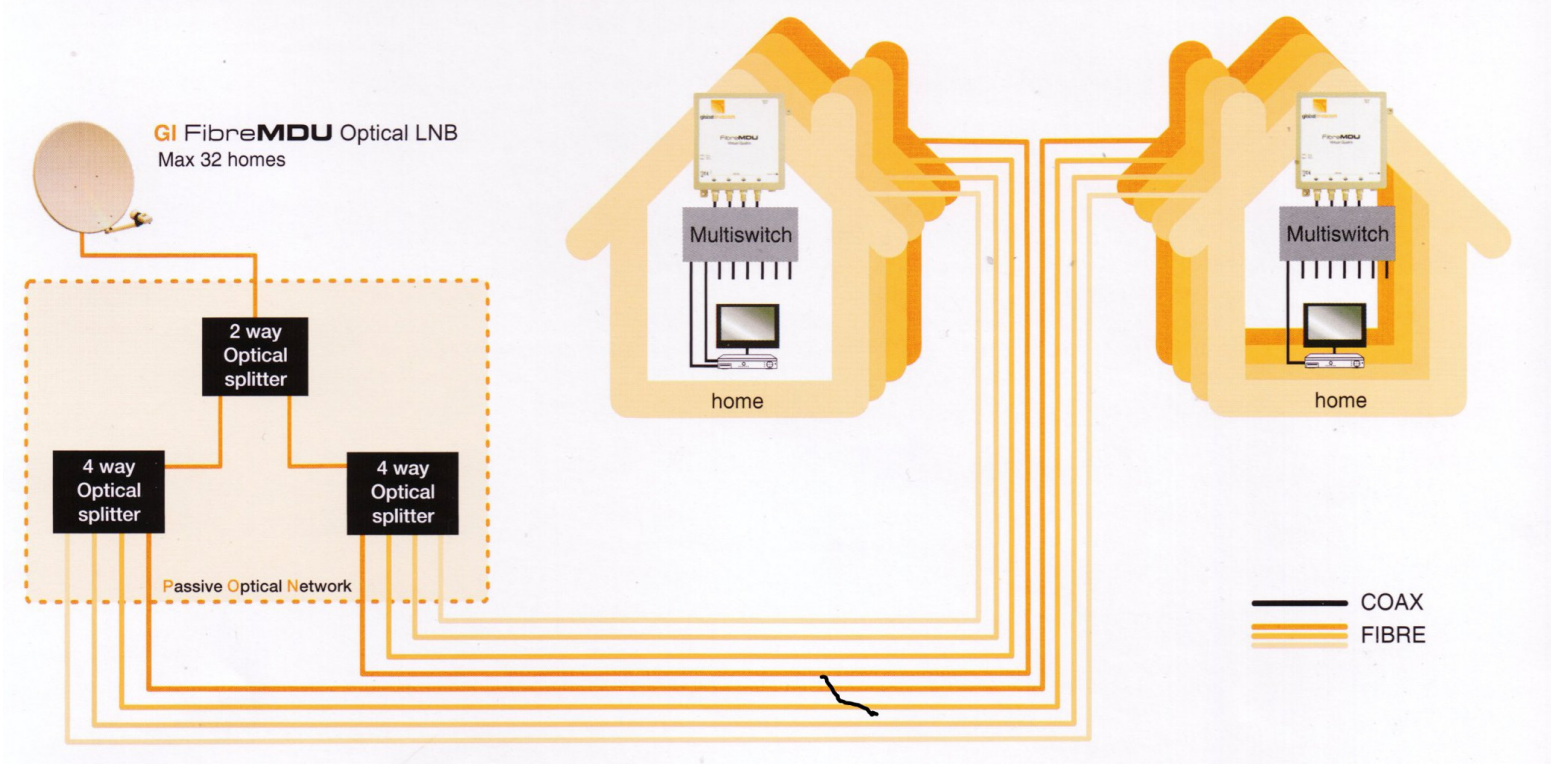


Quelle: Unterlagen Firma global invacom

- „Stacken“ der vier SAT-ZF-Bereiche → Übertragung bis 5,5 GHz
- SAT-ZF-Signale erfordern geringes C/N
  - Hohes optisches Budget erlaubt großes „Fan-out“
  - Preiswert realisierbar (Massenmarkt)

FTTB mit opt. SAT-ZF

PON gezeichnet für 8 WE



Quelle: Unterlagen Firma global invacom

Versorgung von bis zu 32 Gebäuden mit 4 festen ZF-Anschlüssen

1 optischer LNB

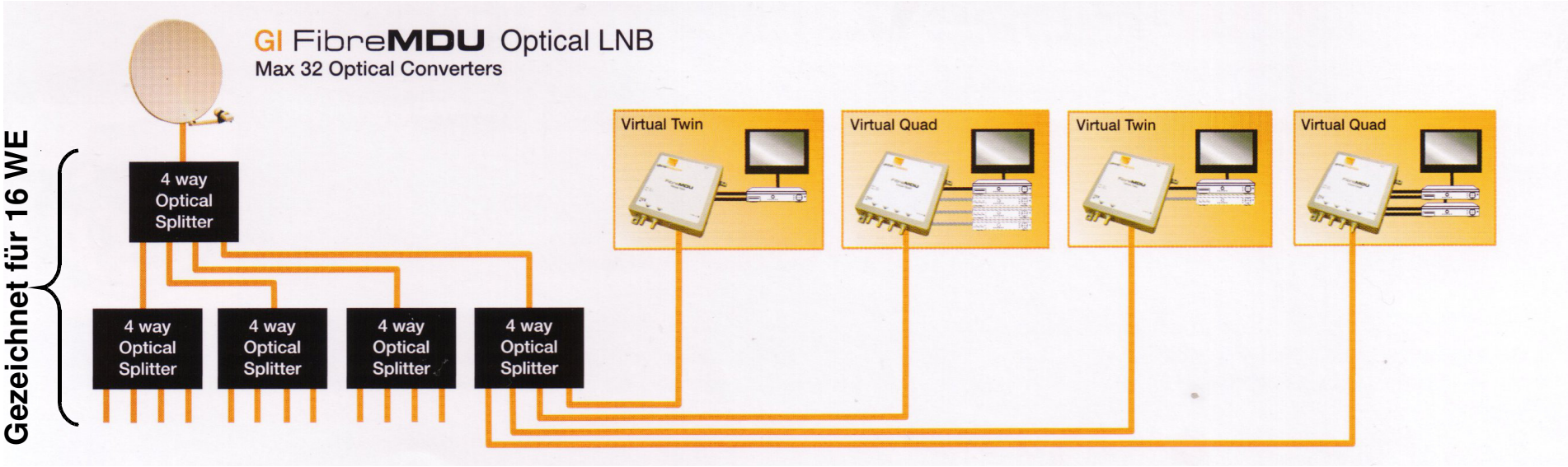
1 optischer Splitter (1:2) und 10 optische Splitter (1:4) für Vollausbau (32 Gebäude)

1 optischer Empfänger mit Umsetzer für 4 feste ZF-Ausgänge pro Gebäude

1 Multiswitch mit individuellem Fan-out (4:n) pro Gebäude

FTTH mit opt. SAT-ZF

Hochschule Magdeburg Stendal
FB IWID / Inst. f. Elektrotechnik
Prof. Dr.-Ing. D. Schwarzenau



Quelle: Unterlagen Firma global invacom

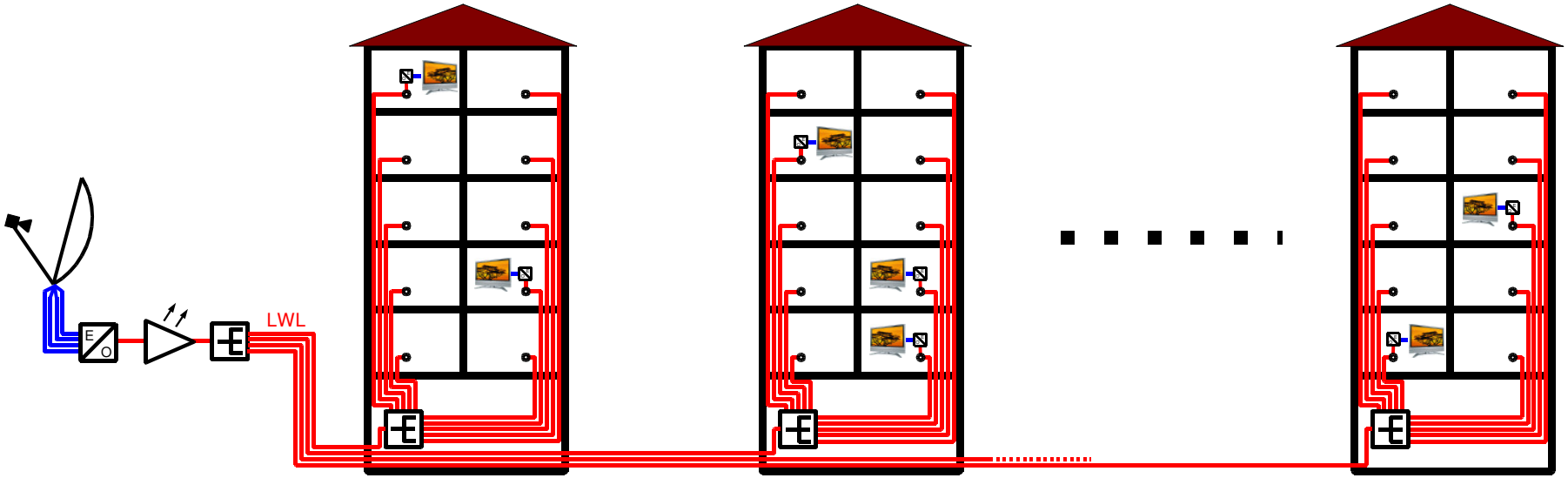
Versorgung von bis zu 32 Wohneinheiten mit je 2 oder 4 ZF-Anschlüssen

1 optischer LNB

1 optischer Splitter (1:2) und 10 optische Splitter (1:4) für Vollausbau (32 WE)

1 optischer Empfänger mit Umsetzer für 2 bzw. 4 geschaltete ZF-Ausgänge pro WE

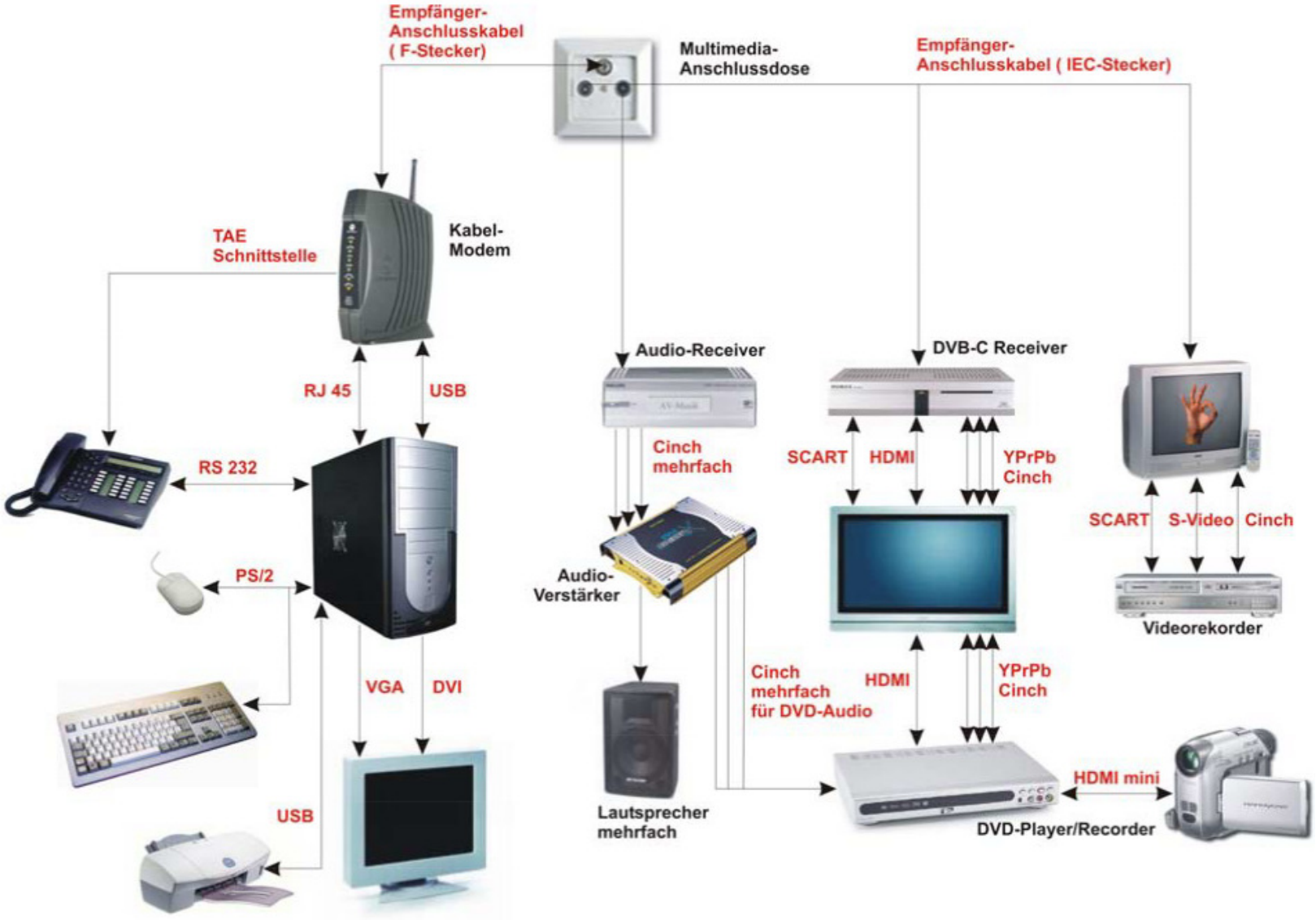
PON im Haus mit opt. SAT-ZF



- Bei λ = 1550 nm → opt. Verstärker verfügbar → „beliebig hohe“ Splitting-Faktoren
- Verlegung von Kabel mit mehreren (z. B. 4) Fasern → offene Infrastruktur für interaktive Dienste (z. B. von DTAG)
- Nachteil: Teure optoelektrische Wandler bei jedem Nutzer

Wie geht es in der NE5 weiter?

Hochschule Magdeburg Stendal
FB IWID / Inst. f. Elektrotechnik
Prof. Dr.-Ing. D. Schwarzenau

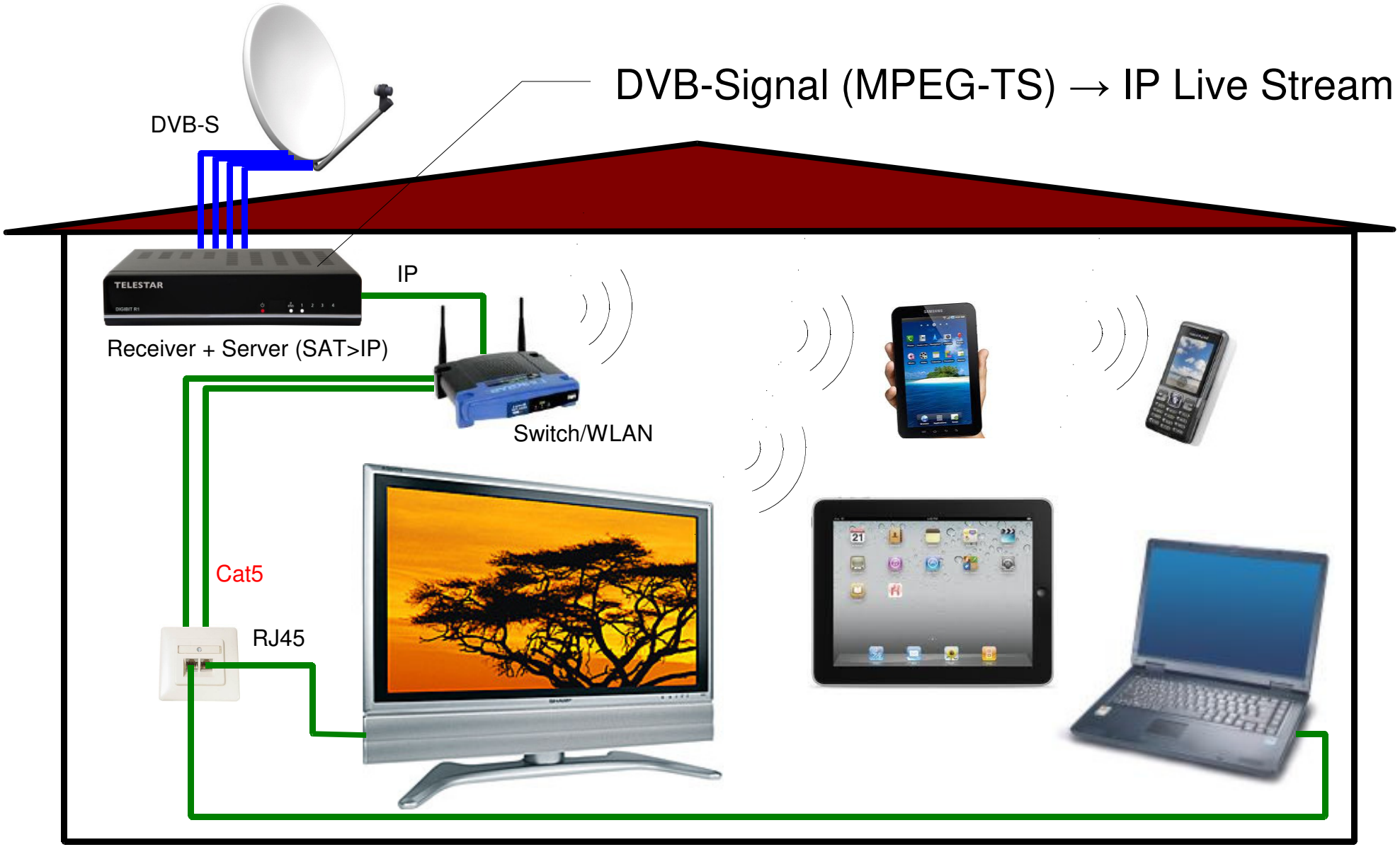


Quelle: dibkom-edition: Multimedia-Handbuch

Heutige Situation am Beispiel SAT

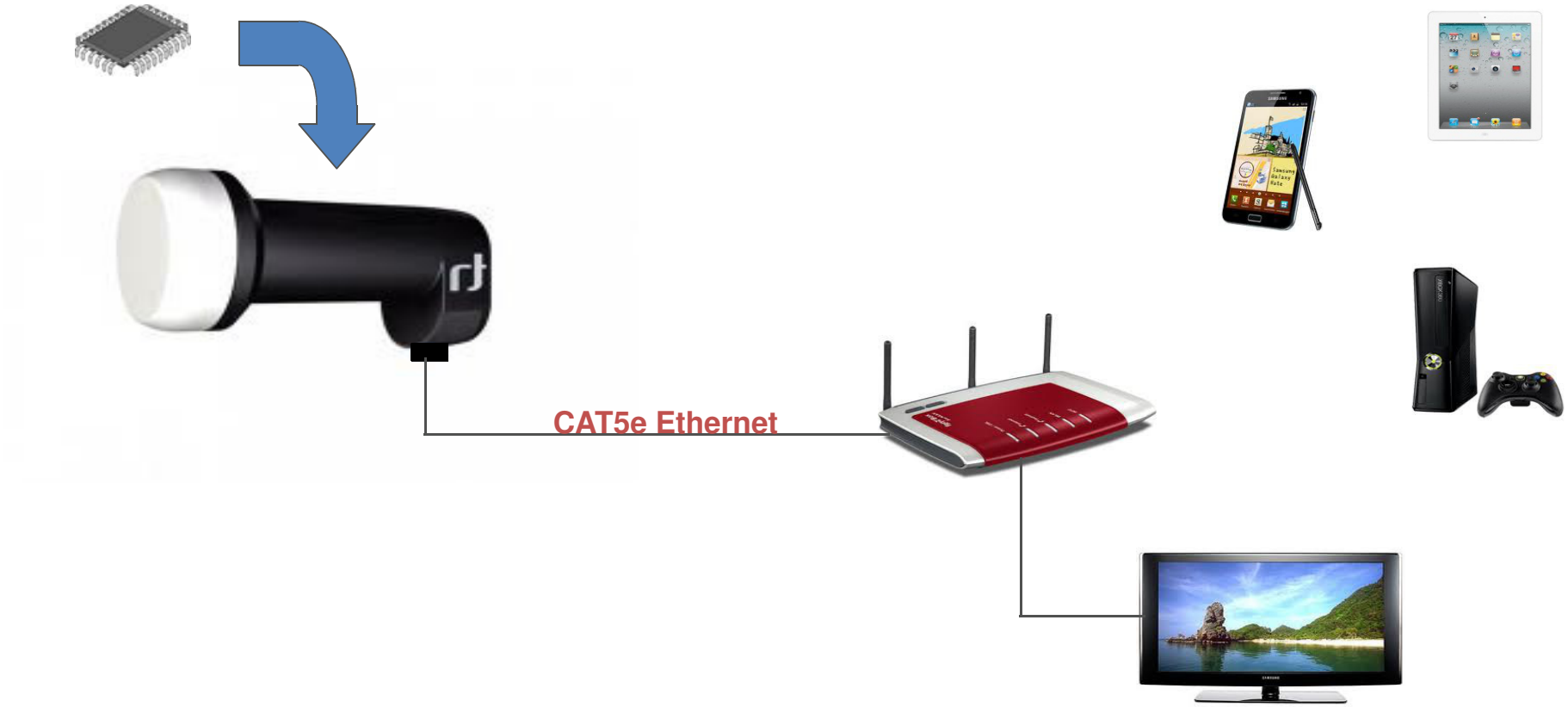
Fernsehen auf IP-Geräten über SAT>IP

Hochschule Magdeburg Stendal
FB IWID / Inst. f. Elektrotechnik
Prof. Dr.-Ing. D. Schwarzenau



(Norm in Arbeit: prEN 50585)

Weiterentwicklung SAT>IP

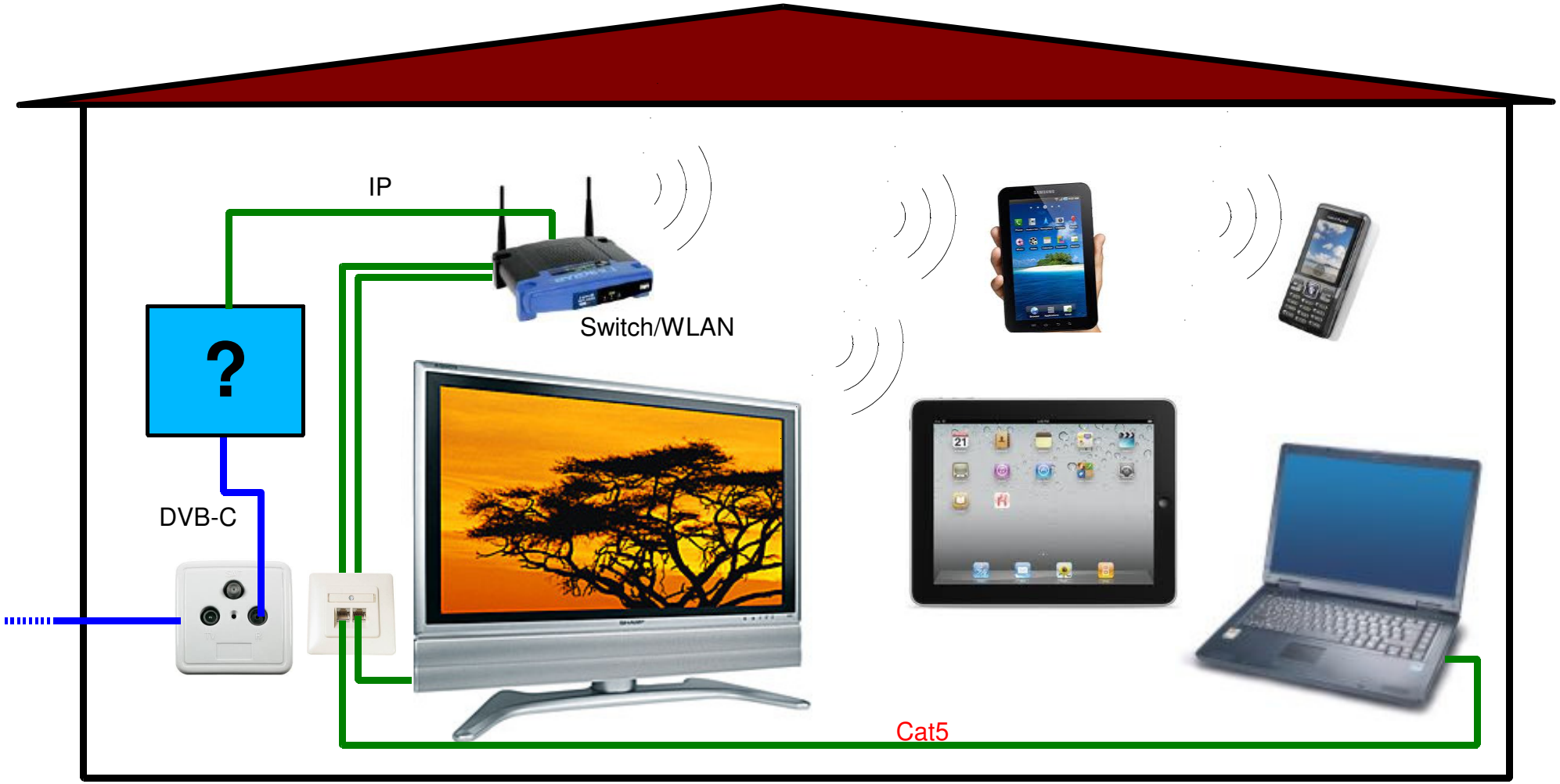


Quelle: Unterlagen Firma SCHWAIGER

- Integration Receiver + Server im LNB
- Erhöhung der Receiver-Kanäle (4 → 8, 16)
- Stromversorgung über Ethernet

(Noch?) ungeplant: „SAT>IP“ für DVB-C?

- DVB-C ↔ DVB-S: unterschiedliche Modulationsverfahren, aber gleicher Inhalt → Anpassung technisch unproblematisch

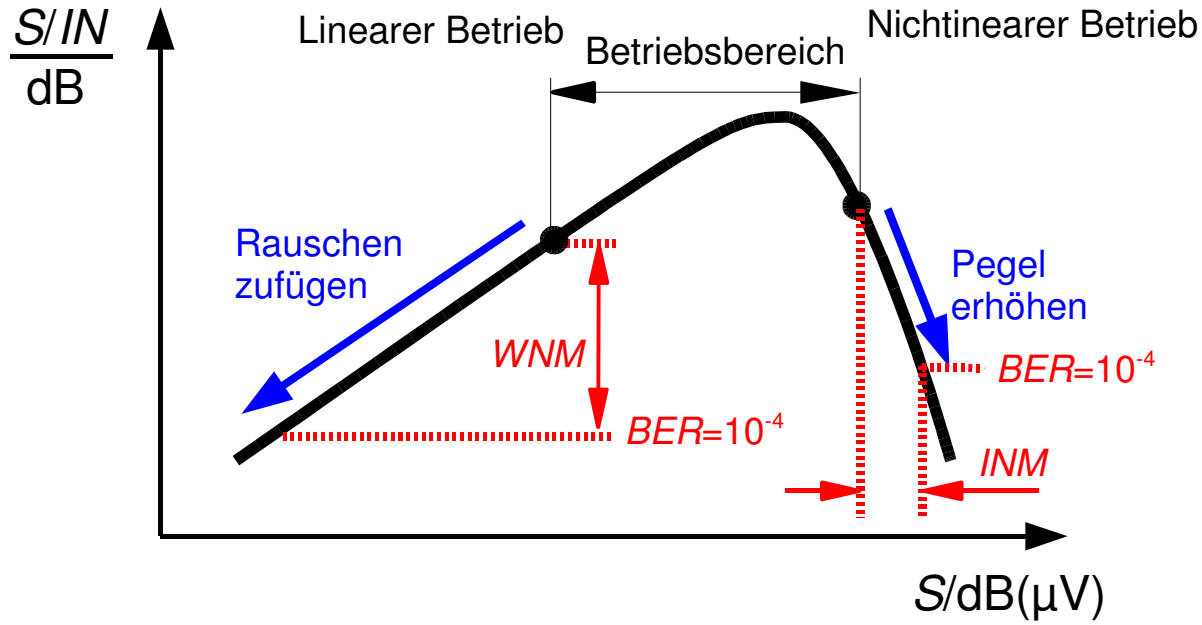


Kabelnetz voll digital

Hochschule Magdeburg Stendal
FB IWID / Inst. f. Elektrotechnik
Prof. Dr.-Ing. D. Schwarzenau

- PAL stirbt auch im Kabel aus → Konsequenzen?
  - Altgewohnte Parameter werden bedeutungslos
    - C/N
    - CSO
    - CTB
    - Gruppenlaufzeit
    - …
  - Neue Parameter tauchen auf
    - CINR (composite intermodulation noise)
    - S/IN (RF signal to intermodulation and noise ratio)
    - ...
- Systemnorm in Arbeit: EN 60728-101

Systemreserve in rein digital betriebenen Kabelnetzen



- Linearer Bereich: Erhöhung Signalpegel → Verbesserung Rauschabstand
  - Zufügbares weißes Rauschen bis $BER=10^{-4}$ → WNM (white noise margin, Rauschreserve)
- Nichtlinearer Bereich: Erhöhung Signalpegel → starker Anstieg Intermodulationsrauschen → Verschlechterung Rauschabstand
  - Erhöhbarkeit Signalpegel bis $BER=10^{-4}$ → INM (intermodulation noise margin, Intermodulationsrauschreserve)

Weitere interessante Entwicklungen

- DOCSIS 3.1 (10 Gbit/s Download, 1 Gbit/s Upload)
- DVB-SX (Weiterentwicklung von DVB-S2 → Effizienzsteigerung um bis zu 30%)
- Frequenzbereichserweiterung (1006 MHz und darüber!)
- IPTV
- GigaCoax® – Gigabit over Coax
- Wohnungsnahe Dienste
- LWL-Installationstechniken
- Netzmanagement

Fazit

Hochschule Magdeburg Stendal
FB IWID / Inst. f. Elektrotechnik
Prof. Dr.-Ing. D. Schwarzenau

Die Entwicklung auf dem Gebiet der TV-Versorgung bleibt spannend!

Herzlichen Dank für Ihr Interesse!