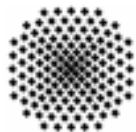


FMS-Projekttag „Evolution der Zugangsnetze“

# Simulation der Rückkanalübertragung in Kabelfernsehtnetzen

Stephan Pfletschinger



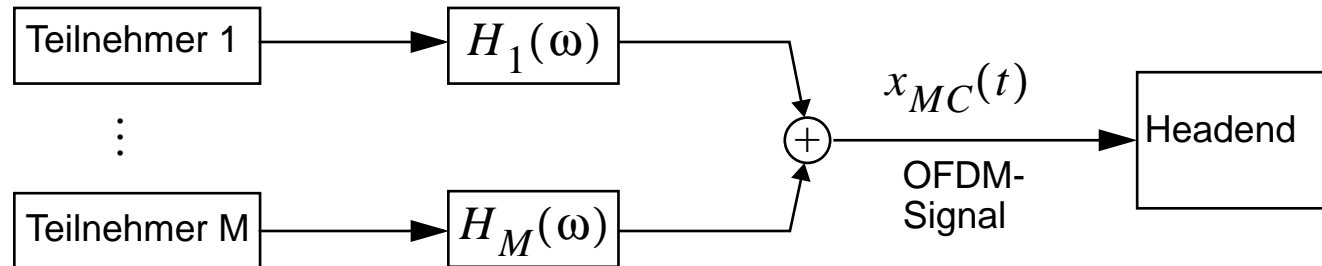
Universität  
Stuttgart

FMS-Projekttag "Evolution der  
Zugangsnetze" am 11.02.2000 bei  
Alcatel SEL AG in Stuttgart

Institut für Nachrichtenübertragung

0

# Orthogonale Mehrträgerverfahren auf Kabelfernnetzen: OFDMA



- Aufteilung der OFDM-Träger auf Teilnehmer 1...M
- Anzahl der Träger pro Teilnehmer ist adaptiv, Steuerung erfolgt durch Headend
- Summensignal aller Teilnehmer ergibt OFDM-Signal
- Erforderliche Synchronisation aller Kabelmodems durch Signal in Abwärtsrichtung

## Prinzipielle Vorteile von OFDMA

- langes Symbolintervall  $\Rightarrow$  unempfindlich gegenüber kurzen Störimpulsen, moderate Anforderungen an zeitliche Synchronisation
- gemeinsame Demodulation aller Teilnehmersignale, einfache Entzerrung
- unempfindlich gegenüber frequenzselektiven Störern
- bessere Ausnutzung der Bandbreite durch überlappende Spektren

MAC-Protokoll ähnlich wie bei TDMA/FDMA

## Systemparameter

Bandbreite  $B = 30$  MHz (evtl. 60 MHz)

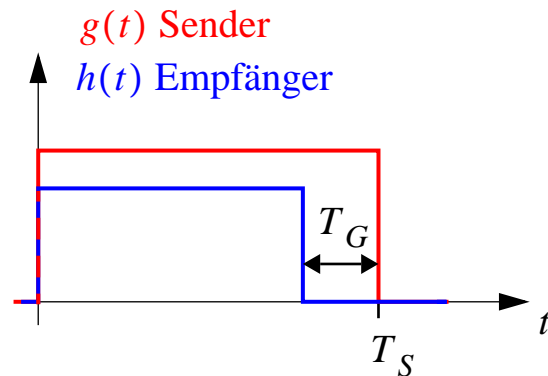
Bruttobitrate pro moduliertem Träger: 20 kbit/s

$\Rightarrow$  Bandbreite pro modulierter Träger:  $\Delta f = 10$  kHz  
(QPSK, Schutzintervall vernachlässigt)

$\Rightarrow$  Symboldauer  $T_S = \frac{1}{\Delta f} = 100 \mu\text{s}$

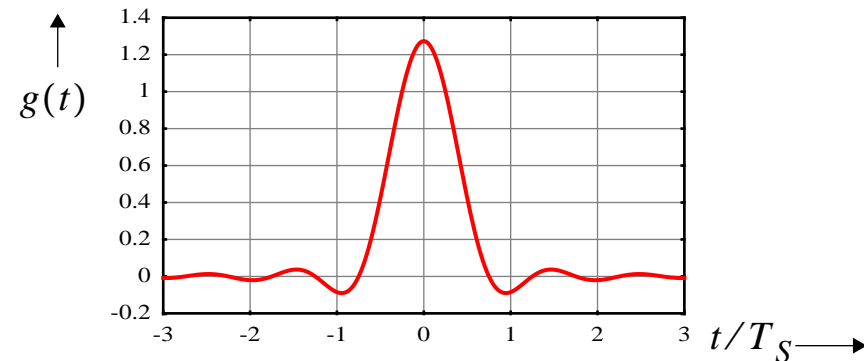
# Zwei Impulsformungskonzepte

## OFDM mit Rechteckimpulsen



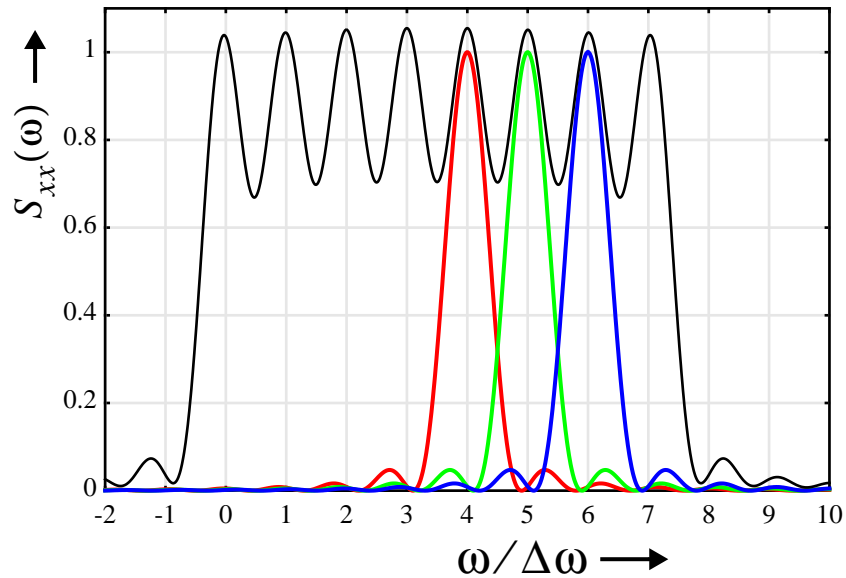
- + effiziente Realisierung mit FFT
- + sehr einfache Entzerrung
- Einbußen in spektraler Effizienz durch Schutzintervall
- modulierter Träger hat breites Spektrum
- kein „matched-filter“

## Multicarrier-Offset-QAM

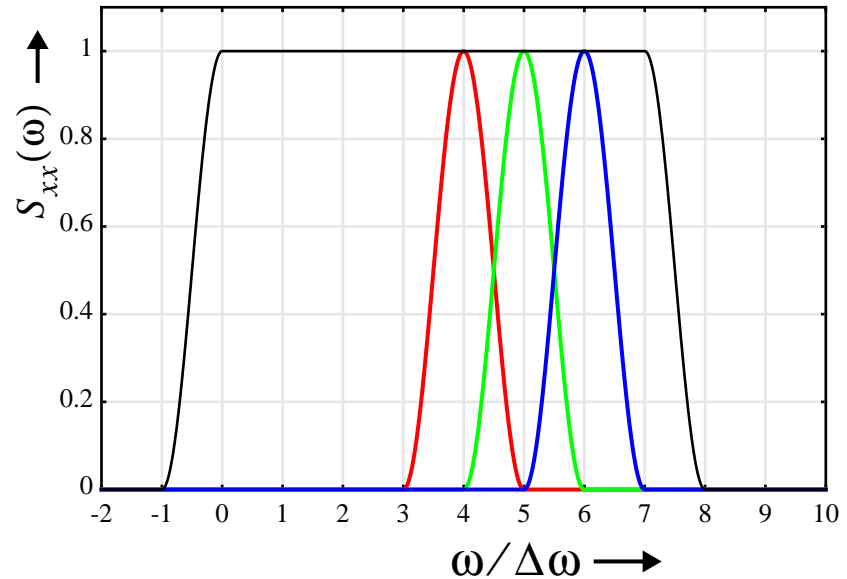


- + kein Schutzintervall nötig
- + mod. Träger hat bandbegrenztetes Spektrum
- höherer Realisierungsaufwand
- Entzerrung aufwendiger (?)

# Leistungsdichtespektren



- Welligkeit abhängig von Schutzintervalldauer
- starke Überlappungen zwischen den Trägern

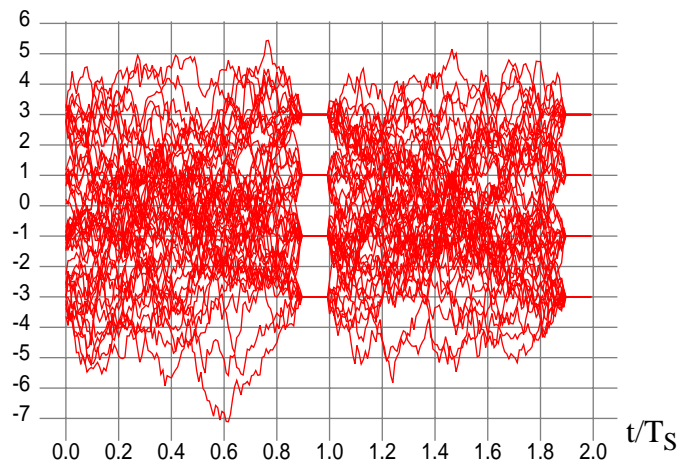


- Überlappungen nur mit Nachbarträgern

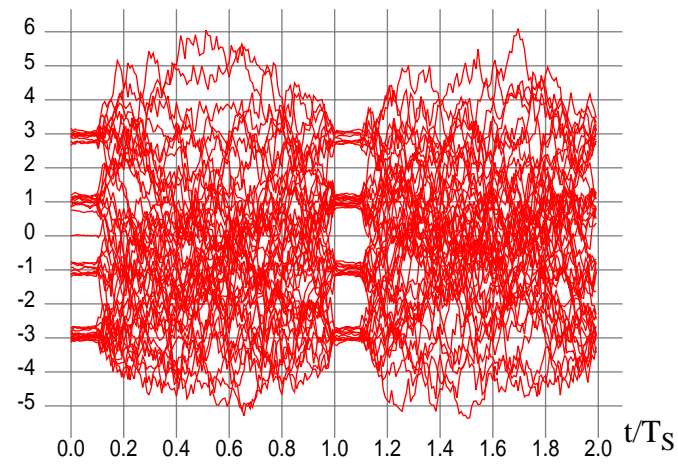
# Simulationsergebnisse

## OFDM

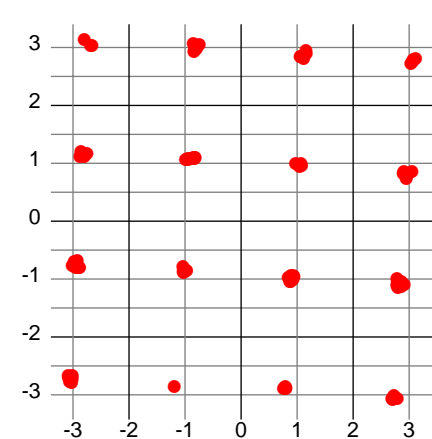
16-QAM, 4050 Träger,  $T_G = 0,9 \cdot T_S$



a) Augendiagramm (Realteil),  
ohne Kanal



b) Augendiagramm mit Kanal

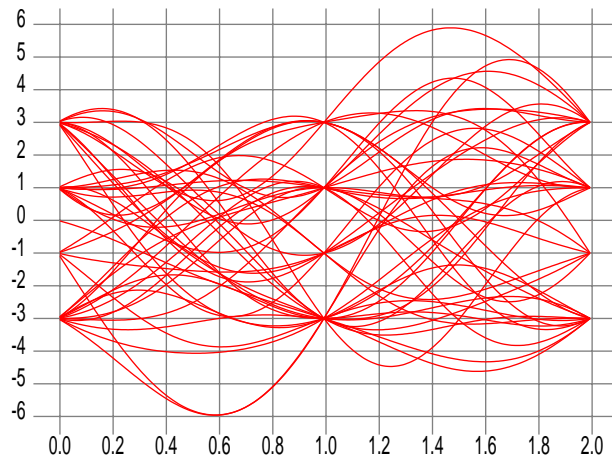


c) Signalzustandsdiagramm

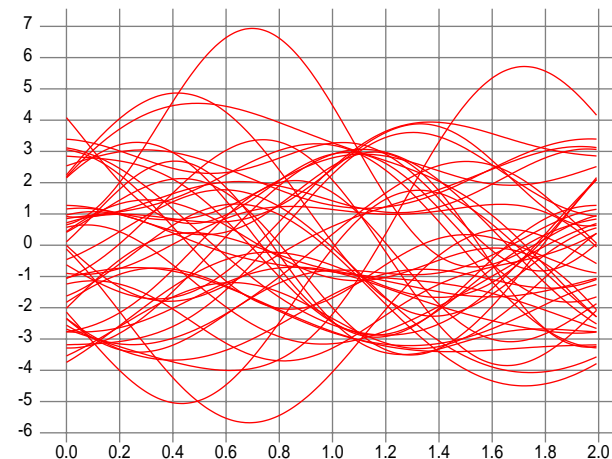
- Nachbarkanalstörungen deutlich sichtbar

# Multicarrier-Offset-QAM

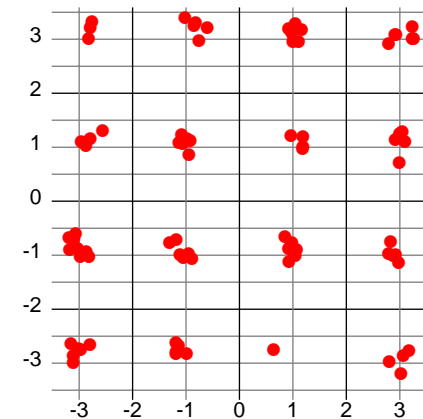
16-QAM, 4500 Träger



a) Augendiagramm (Realteil),  
ohne Kanal



b) Augendiagramm mit Kanal



c) Signalzustandsdiagramm

- Nachbarkanalstörungen vernachlässigbar
- trotz einfacher Entzerrung kaum Intersymbolinterferenzen