



Designaspekte einer FBMC Luftschnittstelle mit Kanalangepasster Filterung pro Unterkanal

(On the design of an FBMC based air interface enabling channel
adaptive pulse shaping per sub-band)

Martin Fuhrwerk

Institut für Kommunikationstechnik
Leibniz Universität Hannover



- Mobilfunk: Stand der Technik
- Anpassung an Übertragungskanal
- Anwendungsszenario
- Mehrnutzerszenario
- Zusammenfassung



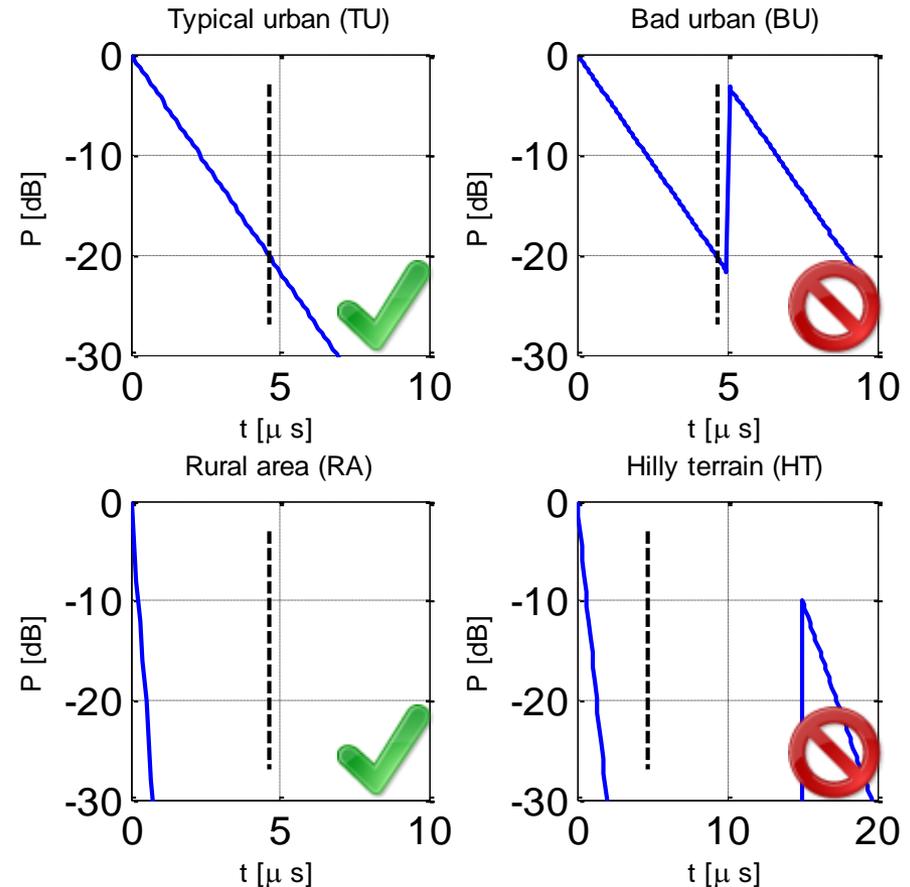
■ “One-fits-all” Lösungen

■ LTE: CP-OFDM basiert

- Hohe Robustheit gegen Mehrwegeausbreitung

➤ Robustheit <-> Spektrale Effizienz

COST 207





■ Generell

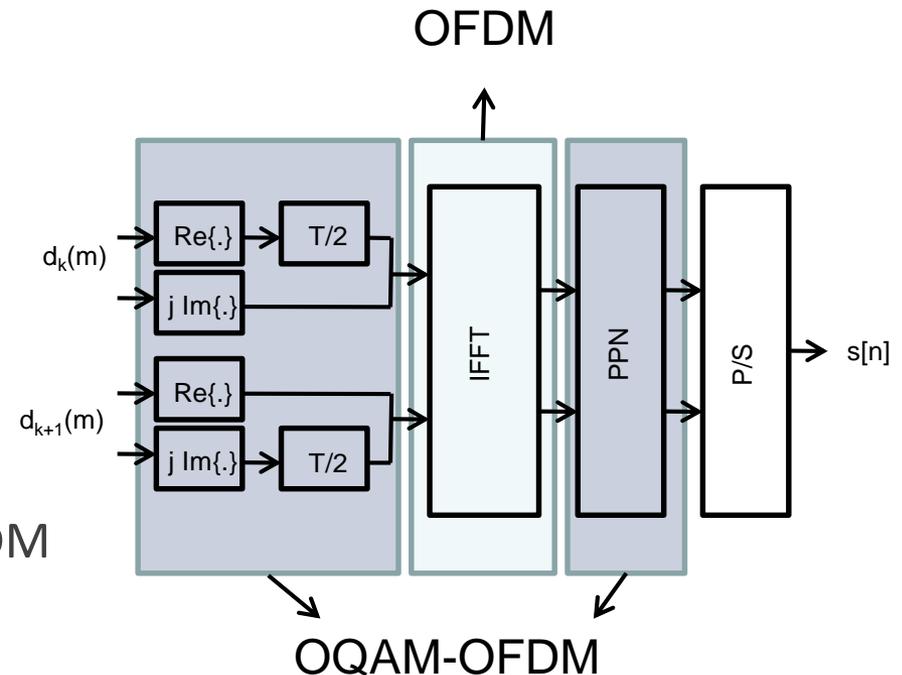
- Scheduling
- MCS
- Pulsformung

■ CP-OFDM

- Anpassung des CP
- Anpassung der Symboldauer
- Pulsformung?
Rechteck-Puls → Windowed OFDM

■ FBMC – OQAM-OFDM

- Pulsformung! (inhärent)
- Anpassung der Symboldauer
- Kein CP





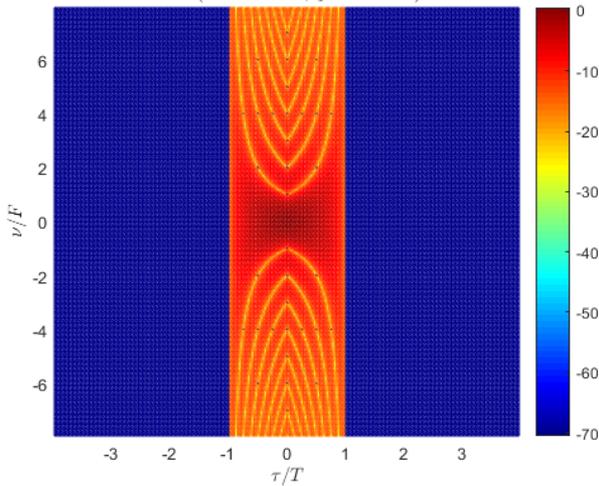
Anforderungen

■ Pulseigenschaften \propto Kanaleigenschaften: $\kappa = \frac{\sigma_t}{\sigma_f} \propto \frac{\tau_{rms}}{f_{D,max}}$

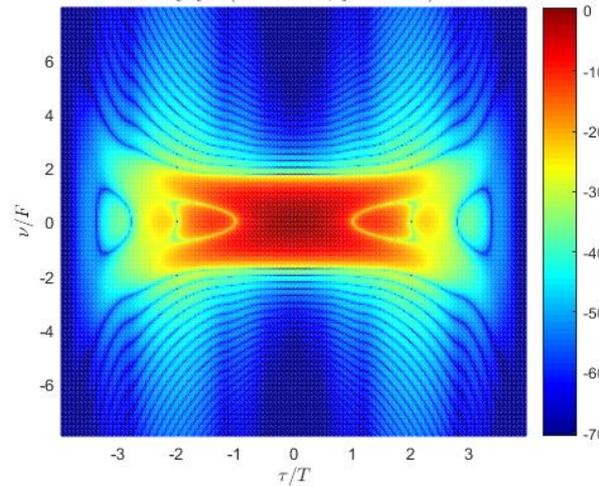
■ Energiekonzentration maximieren (Außerbandstrahlung, Filterlänge)

■
$$A(\tau, \nu) = \int_{-\infty}^{\infty} p(t)p(t - \tau)e^{-j2\pi t\nu}$$

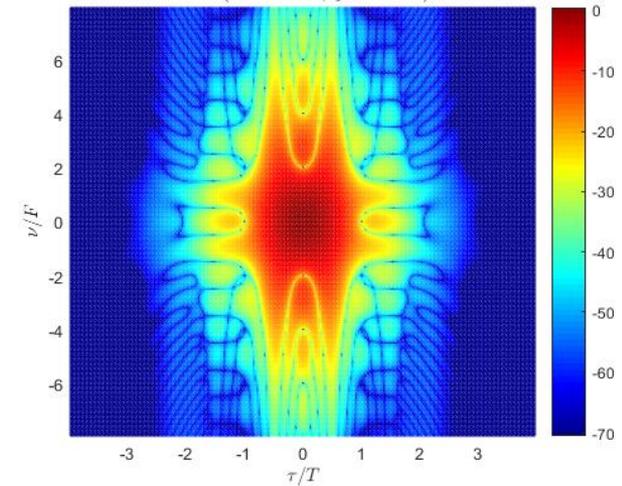
Rect ($\kappa=0.096279$, $\xi=0.091946$)

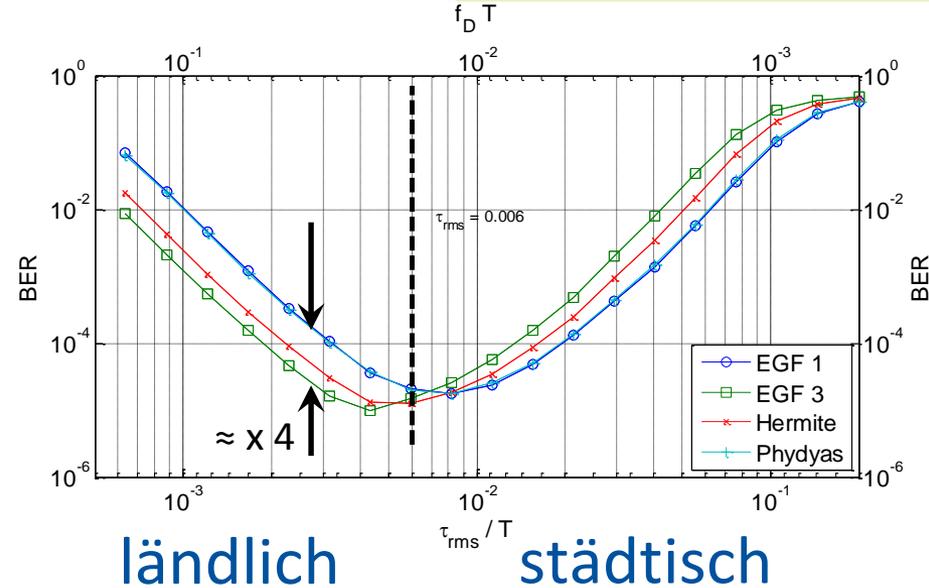
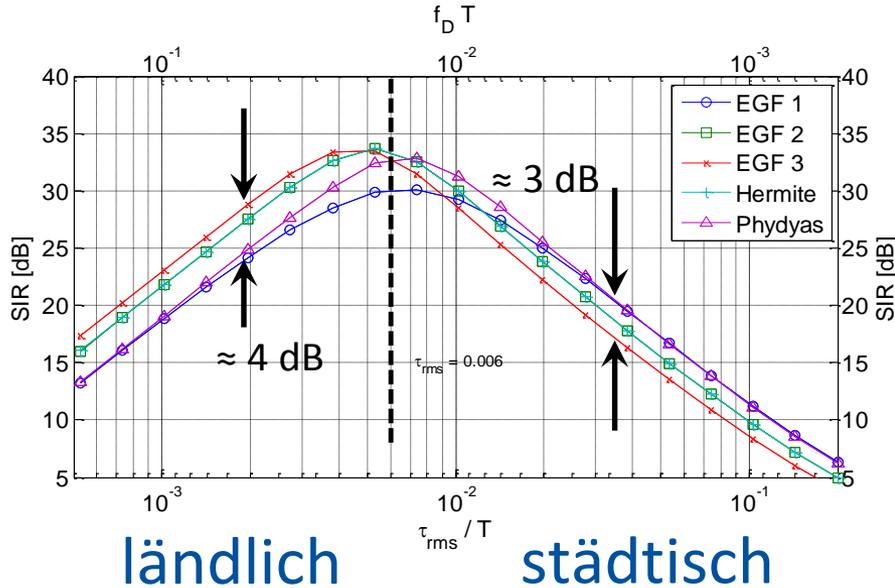


Phydyas ($\kappa=0.83693$, $\xi=0.88389$)



EGF ($\kappa=0.35453$, $\xi=0.93878$)





Pulsformung

- 3-4 dB SIR Gewinn
- Verbesserung der unkodierten BER min. um Faktor 2
- Kodierte BER kann min. um Faktor 4 verringert werden

Symboldauer



Zellweite einheitliche Konfiguration

■ Städtische Umgebung

- Viele Signal-Echos → Hohe Impulsverbreiterung (Delay-Spread)
- Niedrige bis mittlere Geschwindigkeit → Niedrige Dopplerverschiebung
- Mobilfunkzelle mit Phydys Puls + höherer Symboldauer

■ Ländliche Umgebung

- Wenige Echos → Geringe Impulsverbreiterung
- Mittlere bis hohe Geschwindigkeit → Hohe Dopplerverschiebung
- Mobilfunkzelle mit EGF 3 Puls + niedrigerer Symboldauer

■ Spezialfälle und gemischte Szenarien (z.B. Stadtrand)?

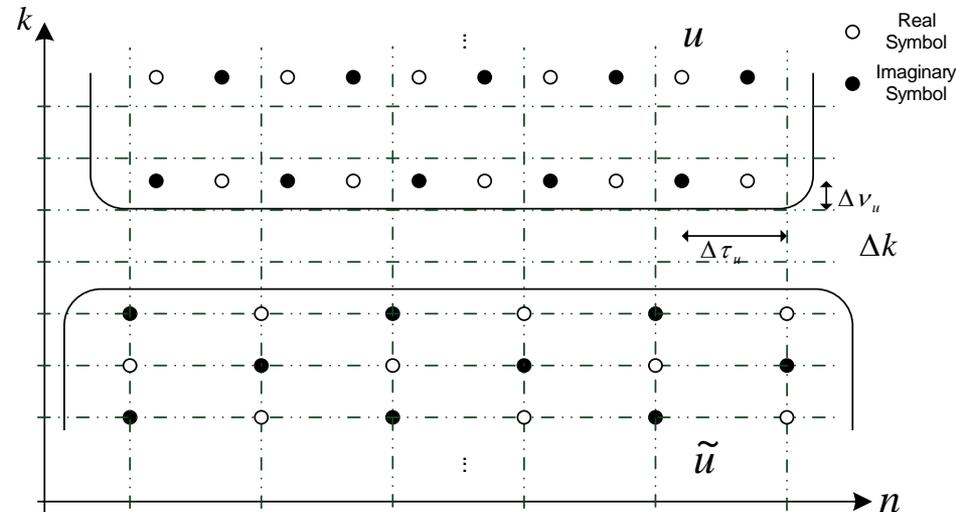


Nutzerspezifische Konfiguration?

- Puls und/oder Symboldauer/
Subträgerbreite

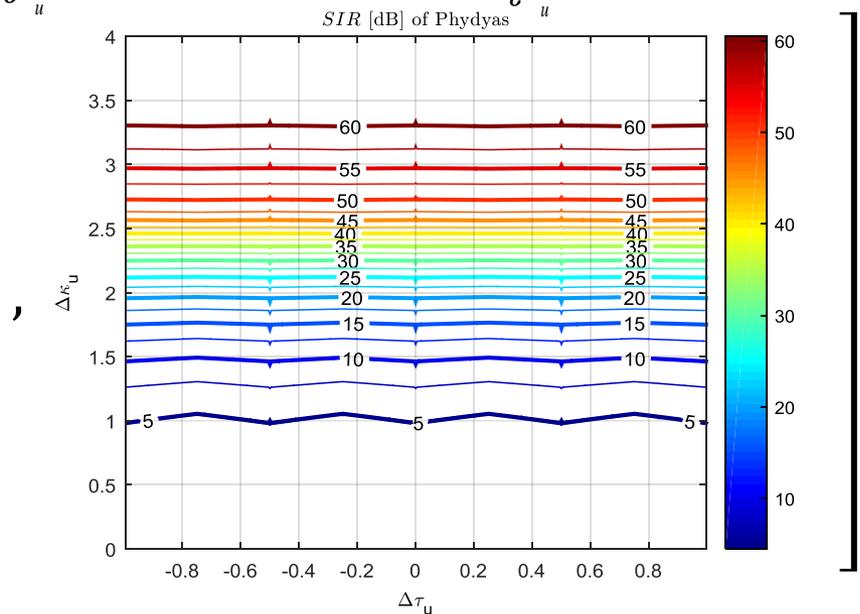
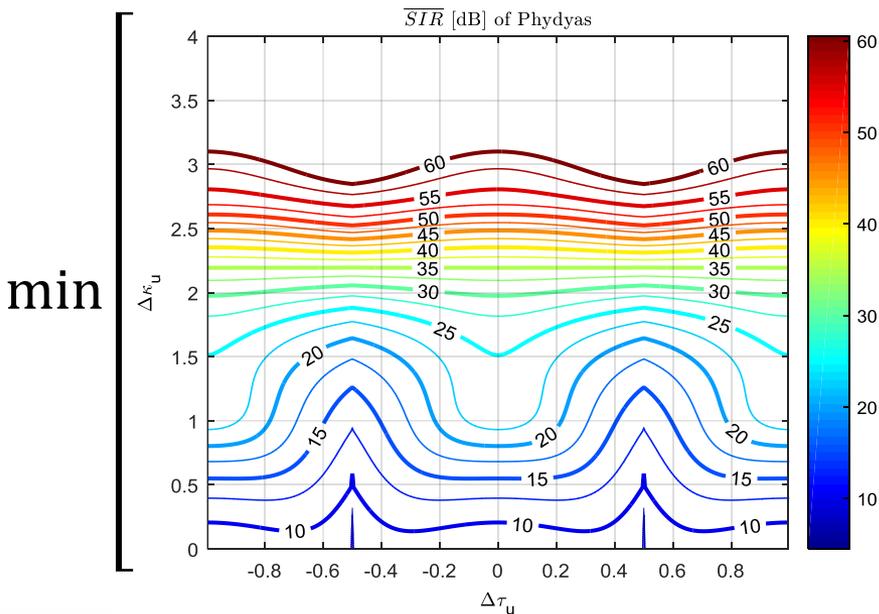
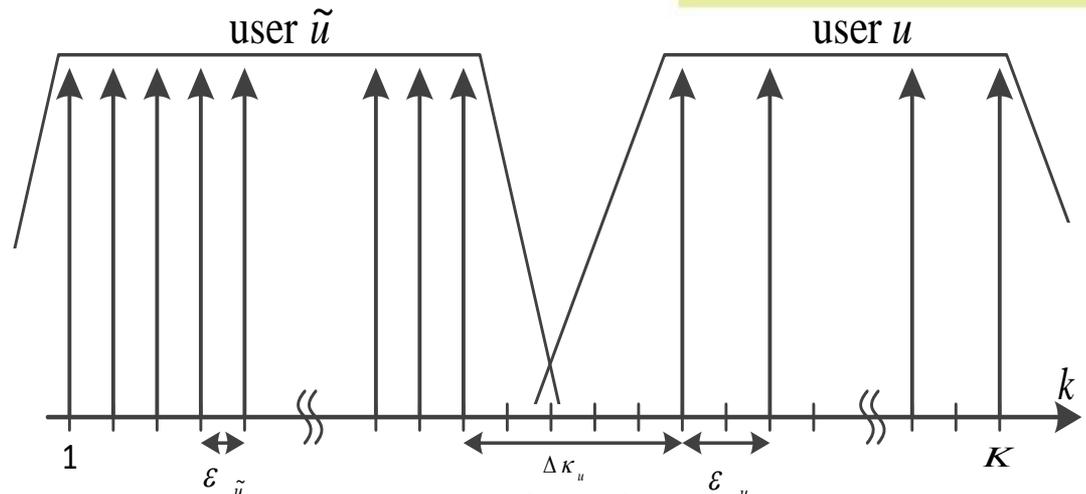
Aber:

- Verlust der Orthogonalität
zwischen Nutzern
- Sicherheitsabstand zwischen
Nutzern?
- Synchronisationsanforderungen



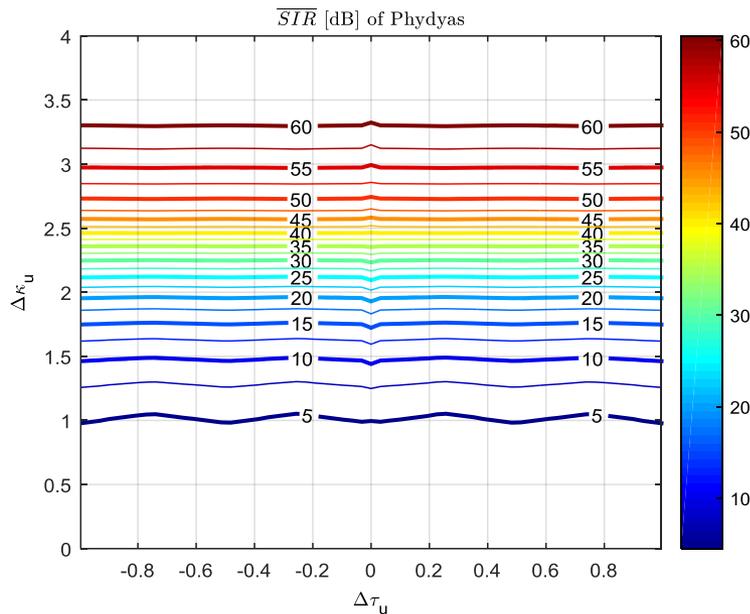
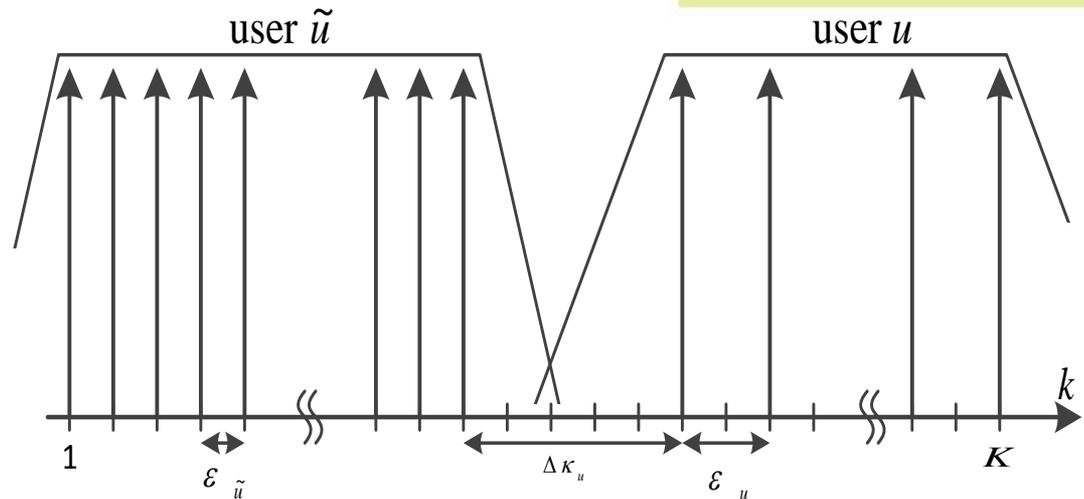


- Verschiedene Subträgerbreiten:





- Nutzerspezifische Subträgerbreiten:

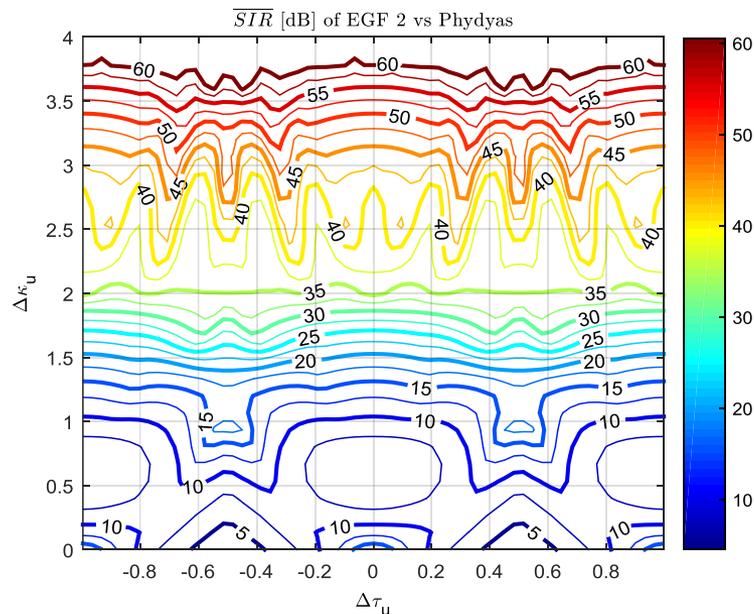


- Interferenz ist unabhängig vom Zeitversatz
- Sicherheitsabstand von $\max(\epsilon_u, \epsilon_{\tilde{u}})$ Subträgern



Nutzerspezifische Pulse

Z.B: Phydias vs. EGF 2



$\Delta k = 1$

	EGF 1	EGF 2	EGF 3	Phydias
EGF 1	29.5	18.3	14.4	31.4
EGF 2	20.3	15.7	12.8	20.2
EGF 3	16.0	13.4	11.3	15.8
Phydias	30.0	18.1	14.2	32.6

$\Delta k = 2$

	EGF 1	EGF 2	EGF 3	Phydias
EGF 1	47.6	35.2	27.2	50.4
EGF 2	34.0	29.2	24.7	34.4
EGF 3	25.3	23.4	21.1	25.4
Phydias	51.5	35.5	27.2	66.9

$\Delta k = 4$

	EGF 1	EGF 2	EGF 3	Phydias
EGF 1	51.6	53.3	46.9	53.5
EGF 2	54.8	56.6	45.2	64.1
EGF 3	45.5	44.1	39.3	46.0
Phydias	55.4	65.0	47.5	84.9

- Interferenz ist unabhängig vom Zeitversatz
- Sicherheitsabstand von **1** Subträger



- Kanalangepasste Filterung anstatt einer „One-fits-all“ Lösung bietet eine einfache Möglichkeit, kanalbedingte Performanzverluste partiell zu kompensieren.
- Mit minimalen Schutzabständen lassen sich FBMC basierte asynchrone Mehrnutzersysteme mit nutzerspezifischen Systemkonfigurationen realisieren
- Im Gegensatz zu CP-OFDM ist Nutzersynchronisation prinzipiell unnötig.