Erhöhung der Systemkapazität in OFDM-FDMA Übertragungssystemen durch Mehrnutzerdiversität

M. Stemick und H. Rohling

Technische Universität Hamburg-Harburg

Institut für Nachrichtentechnik

Übersicht

- Einführung
- Systemüberblick OFDM-FDMA
- Simulationsergebnisse OFDM-FDMA
- Systemvergleich Broadcast ↔ OFDM-FDMA
- Zusammenfassung

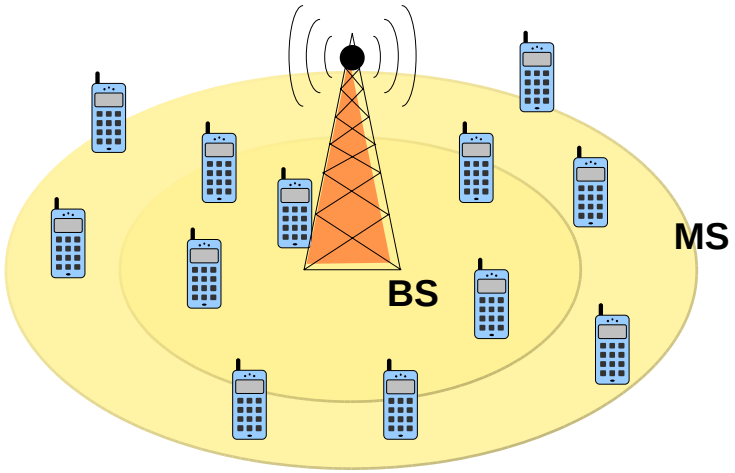
Einführung

Ziel:

Systemvergleich: OFDM-FDMA ⇔ Broadcast System

Gemeinsames Systemmodell:

- Einzelne Zelle mit gleichmässig verteilten MS (Downlink)
- Frequenzselektiver Kanal + Abschattung + Pfaddämpfung
- Einheitliche Mindestrate

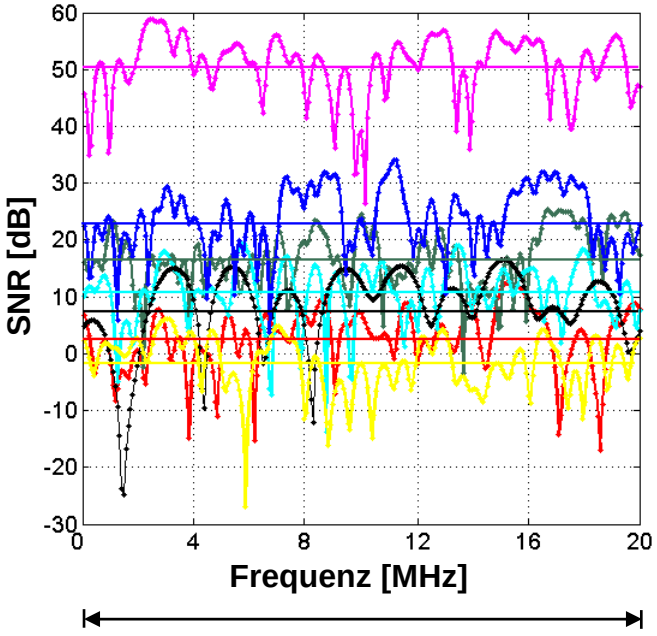


Kanalmodell

WSSUS Kanalparameter:

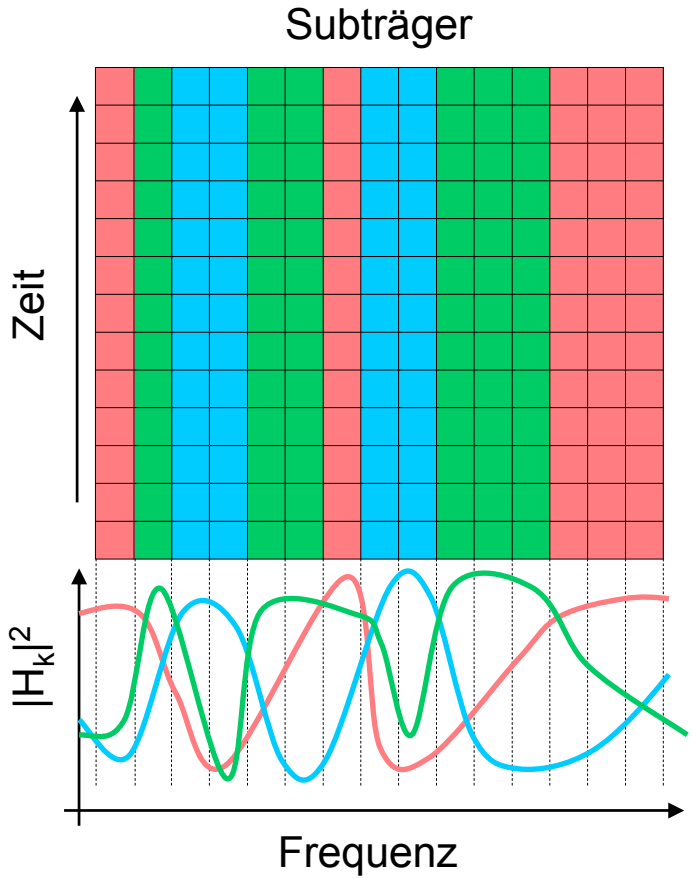
- Max. Verzögerung: $\tau_{\max} = 3.2\mu s$
- OFDM Symboldauer: $T_S = 16\mu s$
- Gleichverteilte Nutzer
- Pfaddämpfung: $G_{PL} = d^{-\alpha} \quad \alpha = 2.6$
- Abschattung: Log-Normal Verteilung ($\sigma_{SH} = 4dB$)

Beispiel: Empfangs-SNR



OFDM-FDMA System

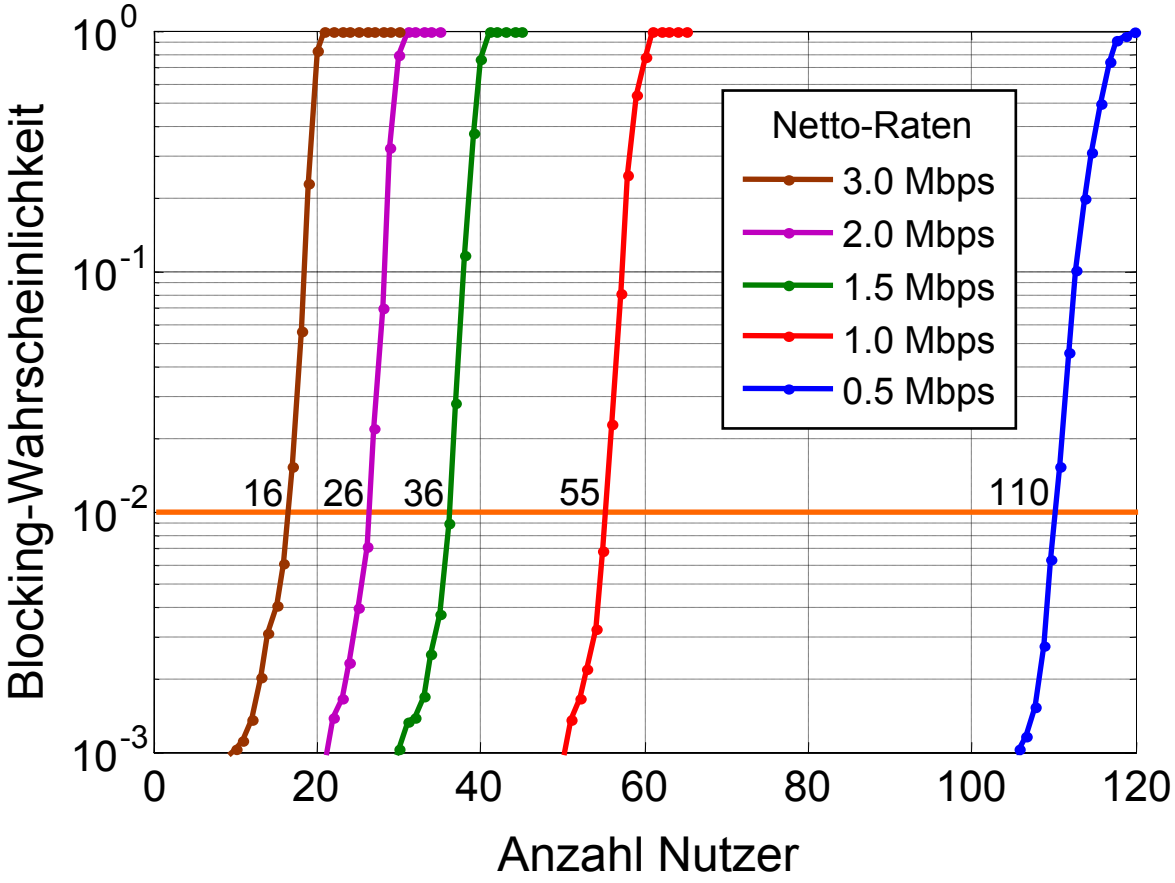
- Subträger-Zuordnung basiert auf Kanalfaktoren
- Nutzung der Mehrnutzerdiversität
- Garantierte Mindestrate für jeden Nutzer
- Nutzer haben exklusiven Zugriff auf zugeordnete Subträger
- Subträger-Zuordnung stellt Optimierungsaufgabe dar



Ergebnisse Zellkapazität für OFDM-FDMA

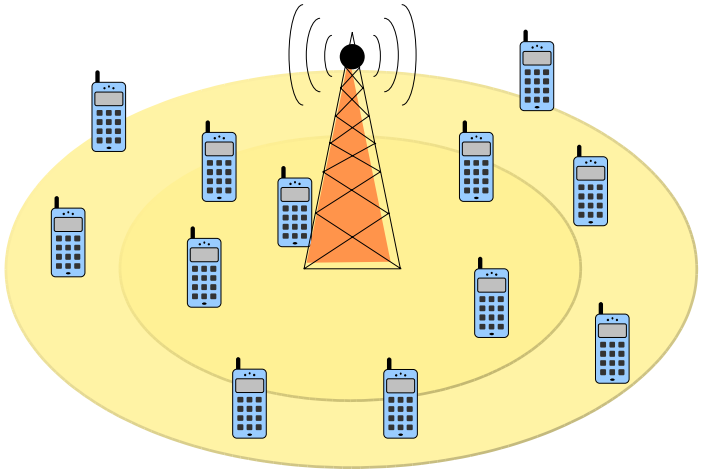
Bitload: 2-8 Bits pro Modulationssymbol

Codierung: Faltungscode $R=1/2$



Systemvergleich

OFDM-FDMA ⟷ Broadcast



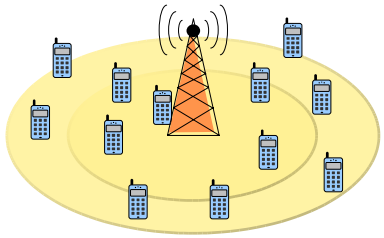
Systemvergleich OFDM-FDMA ⟷ Broadcast

Vergleich der Systemvorraussetzungen:

	OFDM-FDMA	Broadcast
Freiheitsgrade:		
Signalisierung:		

Systemvergleich OFDM-FDMA ⟷ Broadcast

Datenraten der Nutzer werden informations-theoretisch durch Shannon-Kapazität berechnet:



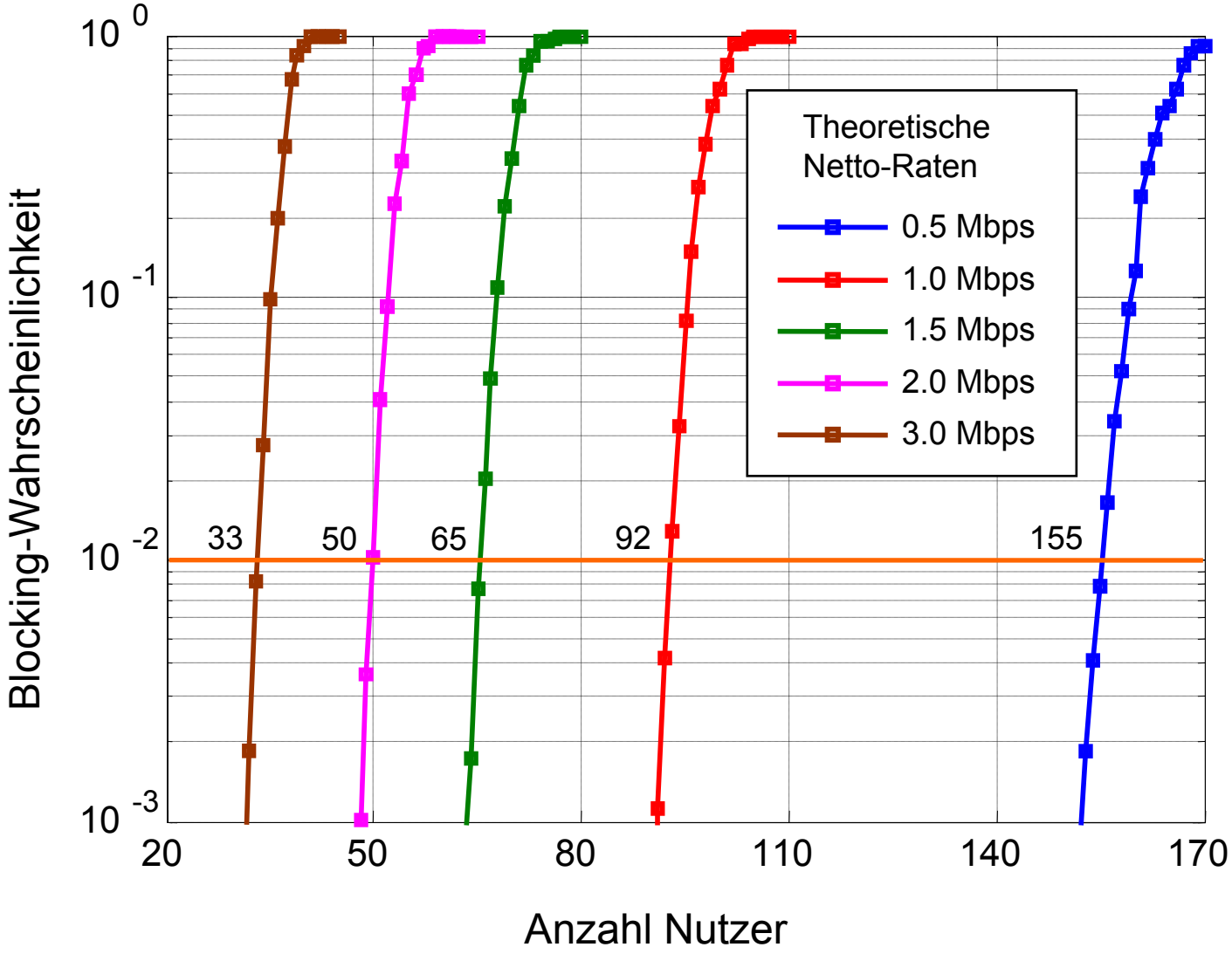
OFDM-FDMA:

$$C_{FDMA}^{j} = \log_2\left(1+\frac{\left|H_j\right|^2 G}{N}\right) \quad \left[\frac{\text{Bits}}{\text{OFDM-Sym.}}\right]$$

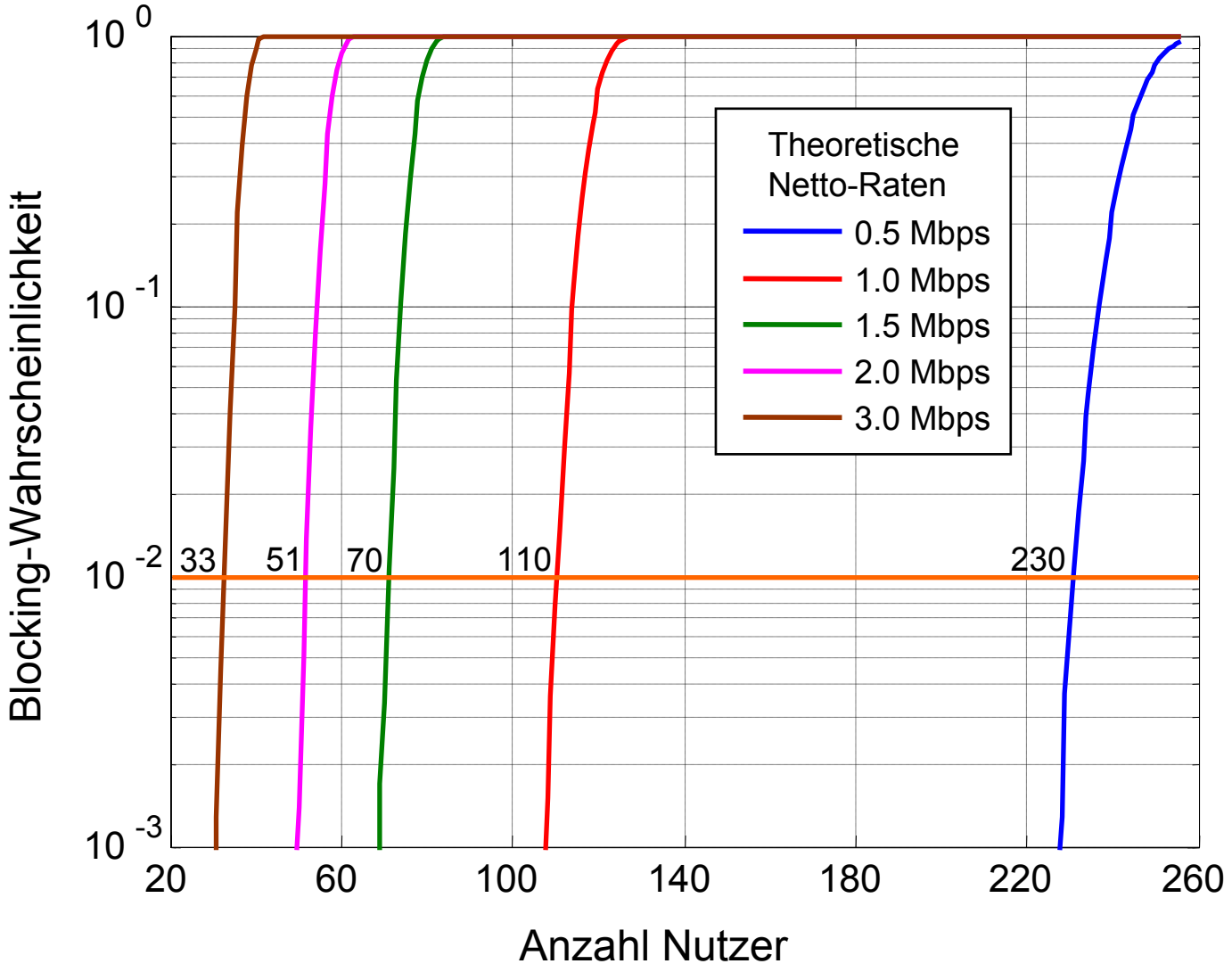
Broadcast:

$$C_{BC}^{j} = \underbrace{\log_2\left(1+\frac{\alpha\left|H_j^{(g)}\right|^2 G^{(g)}}{N^{(g)}}\right)}_{\text{„guter“ Nutzer}} + \underbrace{\log_2\left(1+\frac{(1-\alpha)\left|H_j^{(s)}\right|^2 G^{(s)}}{\alpha\left|H_j^{(s)}\right|^2 G^{(s)}+N^{(s)}}\right)}_{\text{„schlechter“ Nutzer}} \quad \left[\frac{\text{Bits}}{\text{OFDM-Sym.}}\right]$$

OFDM-FDMA : Informationstheoretische Zellkapazität

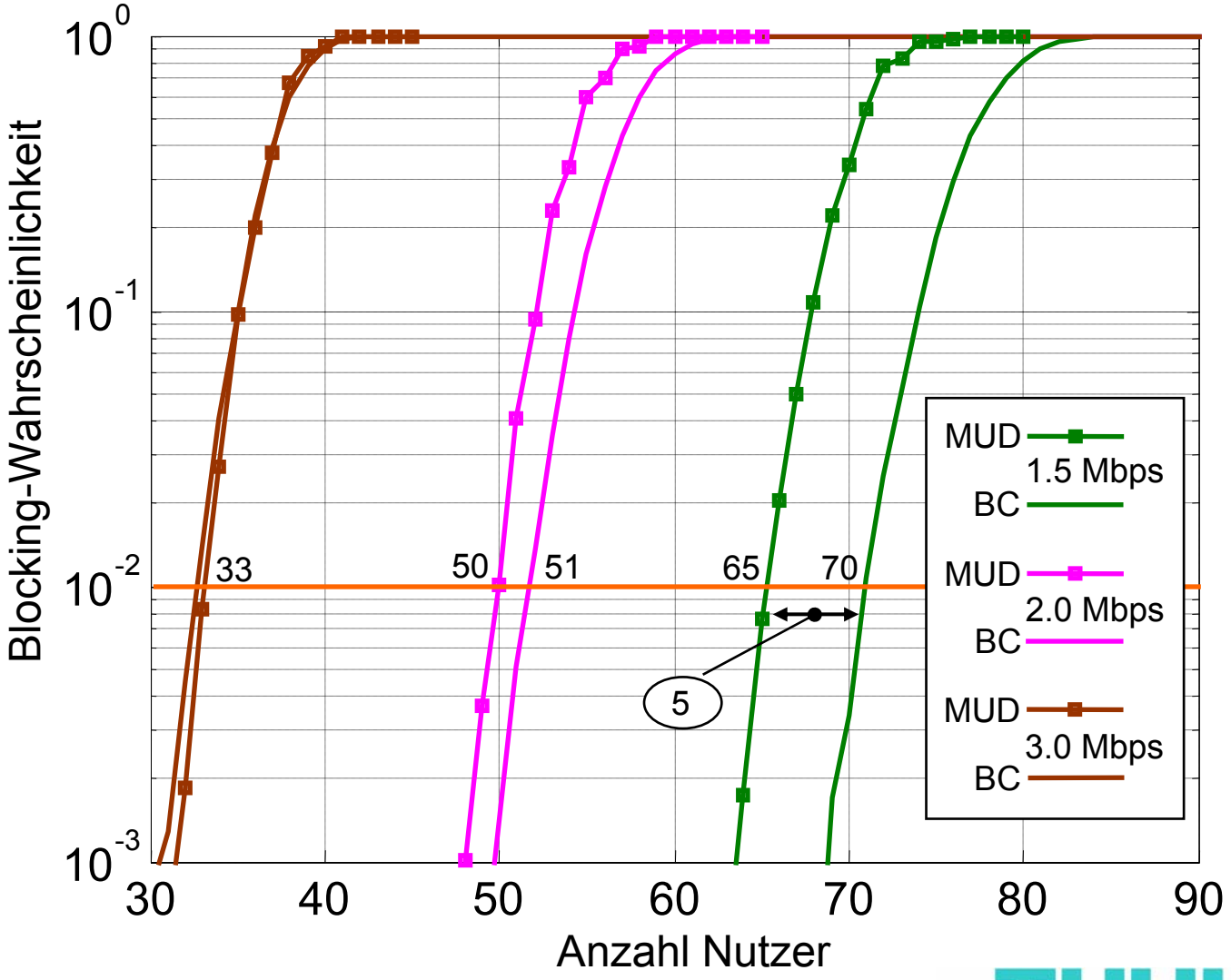


Broadcast: Informationstheoretische Zellkapazität



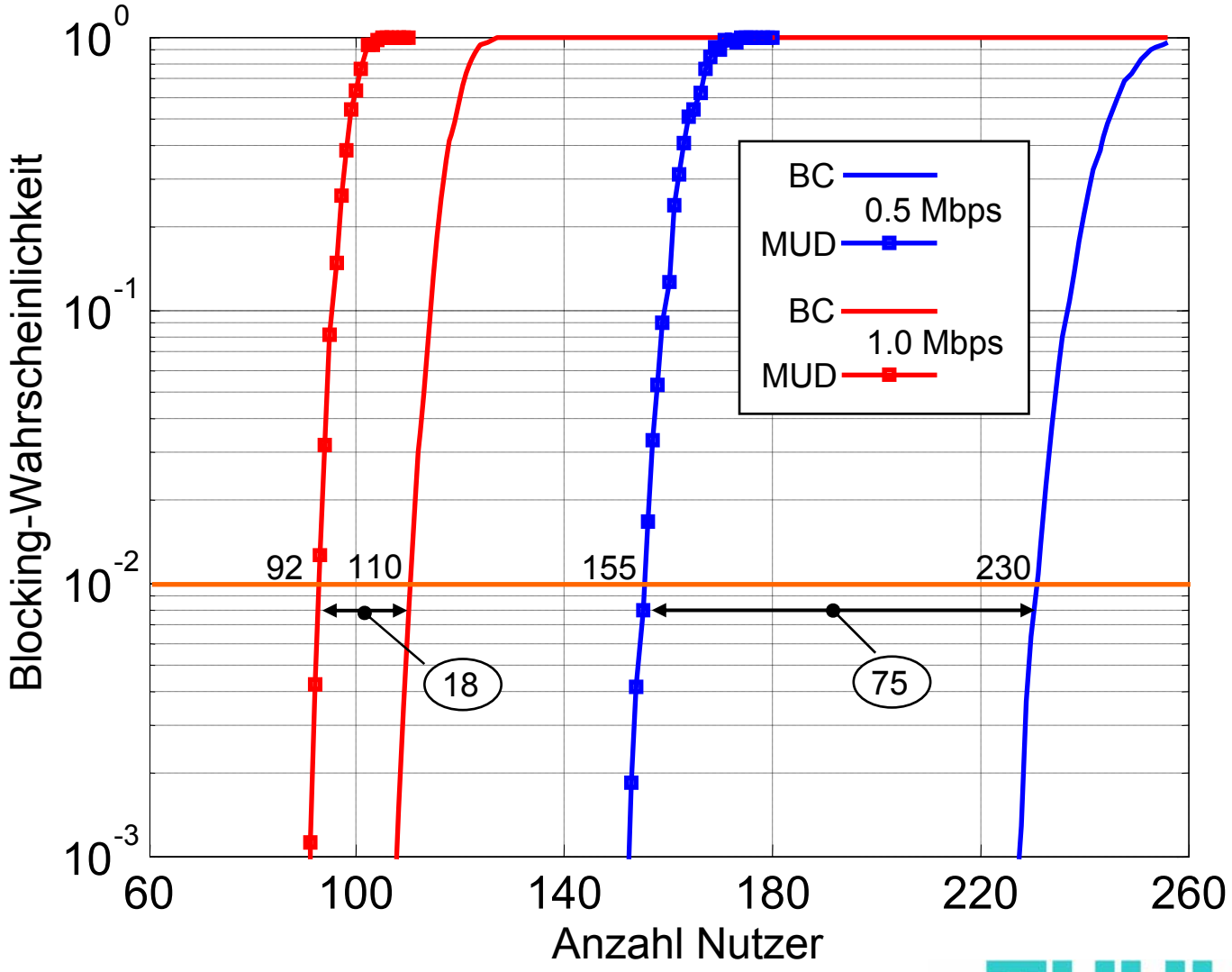
Systemvergleich OFDM-FDMA ⟷ Broadcast

Zellkapazität Broadcast und OFDM-FDMA (info. theo.)



Systemvergleich OFDM-FDMA ⟷ Broadcast

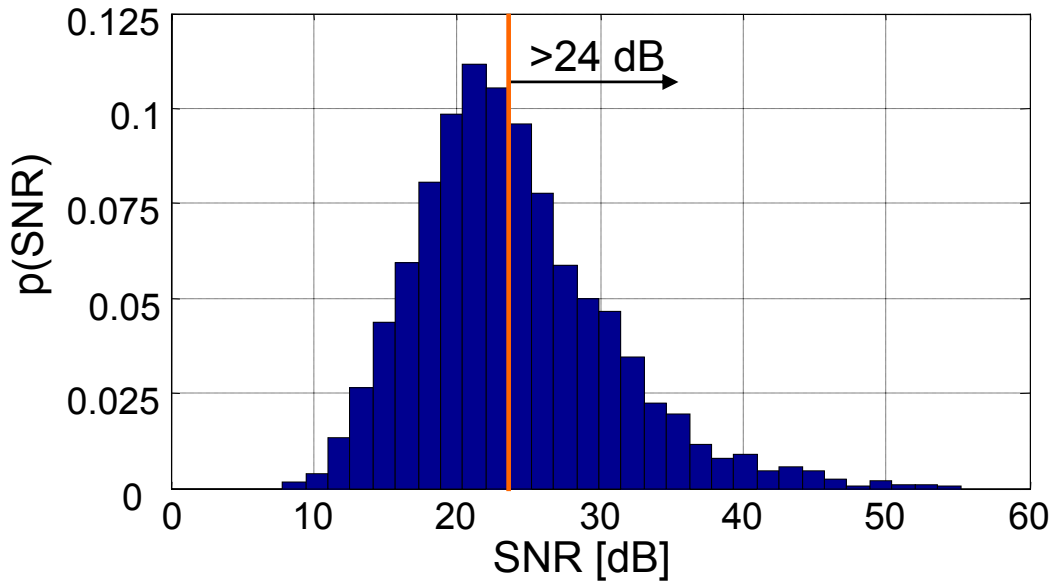
Zellkapazität Broadcast und OFDM-FDMA (info. theo.)



Systemvergleich OFDM-FDMA ⟷ Broadcast

Warum hoher Broadcast-Gewinn bei 0.5 Mbps?

- Mindest-SNR für 0.5 Mbps: 24 dB
- SNR-Verteilung der „besten“ Subträger innerhalb der Zelle:

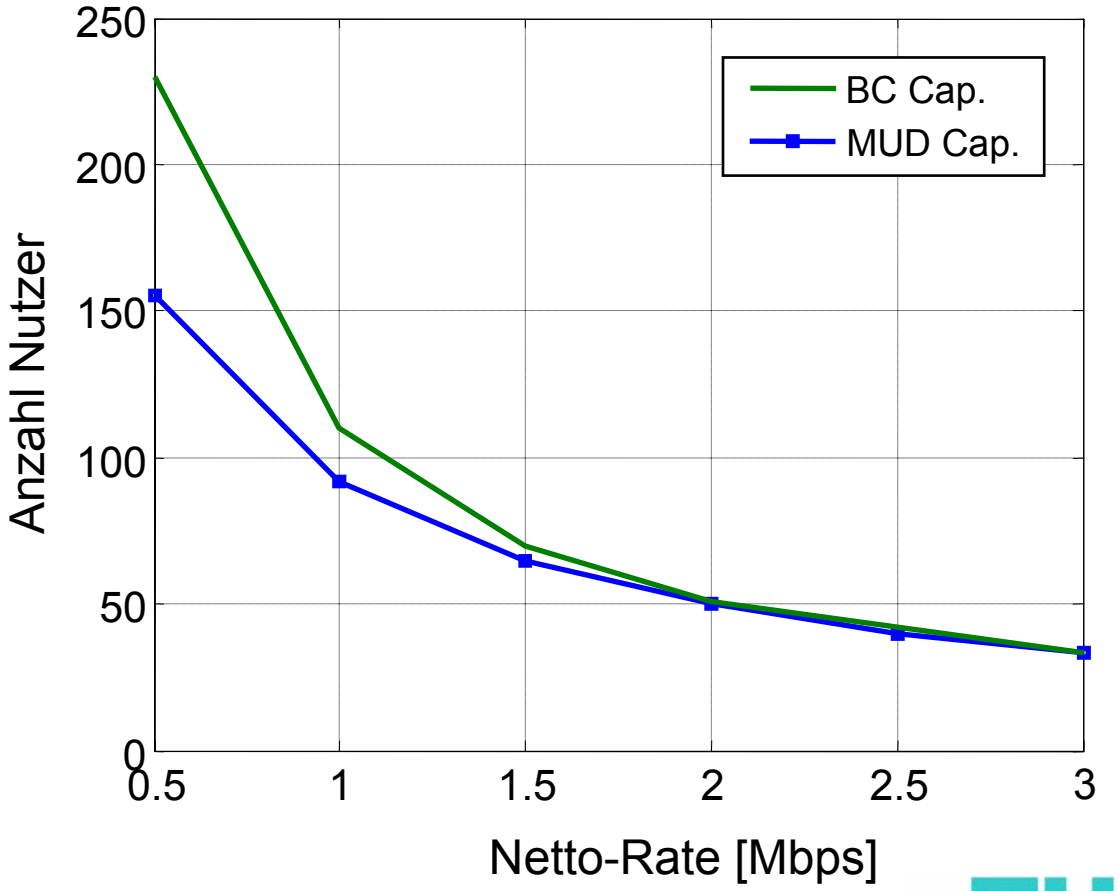


Eine Vielzahl der Nutzer besitzt Subträger mit SNR > 24 dB

Systemvergleich OFDM-FDMA ⟷ Broadcast

Vergleich der Zellkapazität bei $BP = 10^{-2}$:

Broadcast und OFDM-FDMA (informationstheoretisch)



Zusammenfassung

- Hohe Zellkapazitäten durch Mehrnutzerdiversität
- Bei hohen Ratenforderungen kaum Broadcastgewinn
- Geringe Ratenanforderungen ermöglichen bessere Ressourcennutzung durch Broadcast