

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	III
Abstract	V
Abbildungsverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XV
Symbolverzeichnis	XIX
1 Zielsetzung und Motivation: Notwendigkeit von Femtozellen	1
2 Grundlagen der Netzplanung	13
2.1 Charakterisierung des Mobilfunkkanals	13
2.2 Orthogonal Frequency Division Multiple Access	26
2.3 Inter-Cell-Interferenz bei Makrozellen	37
3 Integration von Femtozellen	47
3.1 Existierende Ansätze zur Interferenzvermeidung	47
3.1.1 Koordinationsansätze	48
3.1.2 Verfahren im Zeitbereich	52
3.1.3 Verfahren im Frequenzbereich	54
3.1.4 Verfahren mit dynamischen Ressourcenzuweisungen	63
3.1.5 Autonome Verfahren	68
3.1.6 Verfahren mit Sendeleistungssteuerung	73
4 Zufällige Frequenzsprungverfahren	77
4.1 Prinzip und Wirkungsweise	77
4.2 Definition von Szenarien	91
4.3 Analytisches Modell für das Signal-zu-Stör-Verhältnis SINR	96
4.3.1 Störung der Femtozelle	101
4.3.2 Störung der Makrozelle	114
4.3.3 Benötigte Sendeleistung	116
4.4 Analytisches Modell für die Bitfehlerwahrscheinlichkeit BEP	118
4.4.1 Störung der Femtozelle	118
4.4.2 Störung der Makrozelle	126

4.4.3	Benötigte Sendeleistung	127
4.5	Analytische Modelle für Durchsatz und spektrale Effizienz	130
4.6	Analytisches Modell für die Ausfallwahrscheinlichkeit	131
4.6.1	Störung der Femtozelle	133
4.6.2	Störung der Makrozelle	138
5	Kombination aus Frequenzsprungverfahren und FFR	139
5.1	Prinzip der Kombination	139
5.2	Wahrscheinlichkeitsdichten der Frequenzdifferenzen	146
5.2.1	Gleichverteilte Trägerfrequenzen	146
5.2.2	Gaussverteilte Trägerfrequenzen	153
5.3	Anpassungen der analytischen Modelle	162
6	Leistungsbewertung der zufälligen Frequenzsprungverfahren	167
6.1	Simulation	167
6.2	Zufällige Frequenzsprungverfahren auf Unterträgerbasis	171
6.2.1	Signal-zu-Stör-Verhältnis in Femtozellnetzen	174
6.2.2	Bitfehlerwahrscheinlichkeit in Femtozellnetzen	204
6.2.3	Durchsatz und spektrale Effizienz in Femtozellnetzen	216
6.2.4	Ausfallwahrscheinlichkeit in Femtozellnetzen	221
6.3	Kombination aus zufälligen Frequenzsprungverfahren und FFR	226
6.4	Weiterführende Simulationen	241
6.4.1	Änderung der digitalen Modulation	241
6.4.2	Einsatz von SC-FDMA im Uplink	252
6.4.3	Einfluss der Phase des Mobilfunkkanals	254
6.4.4	Berücksichtigung der Dopplerverbreiterung	260
6.4.5	Netz aus mehreren Femtozellen	262
6.5	Abschließende Ergebnisübersicht	271
7	Zusammenfassung	275
	Literaturverzeichnis	279