



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	x
Verwendete Symbole	xi
1 Einleitung	1
1.1 Struktur der Arbeit	4
2 Grundlagen und Ziele	5
2.1 Definition von Infrastruktur-Netzen	5
2.2 Überlast-Behandlung in Netzwerken	6
2.3 Beschreibung von ortsbezogenen Diensten	7
2.4 Fallbeispiel: Ortsbezogene Dienste im Flughafenterminal	10
2.5 Ziele für das beschriebene Fallbeispiel	12
3 Maßnahmen zur Überlast-Behandlung	15
3.1 Überlast-Erkennung	18
3.1.1 Ende-zu-Ende basierte Verfahren	19
3.1.2 Netzunterstützte Verfahren	21
3.2 Überlast-Reduktion	21
3.3 Überlast-Vermeidung	22
4 Stand der Technik	23
4.1 Drahtlose Kommunikationsnetze	23
4.1.1 Global System for Mobile Communication (GSM)	23
4.1.2 IEEE 802.11 - Wireless Local Area Networks (WLAN)	28
4.1.3 IEEE 802.15.4 - Wireless Personal Area Networks (WPAN)	32
4.2 Überlastungs-Behandlung in Netzwerken	34
4.2.1 Überlast-Kontrolle in TCP/IP	35
4.2.2 Available Bit Rate (ABR) in Asynchronous Transfer Mode (ATM) Netzen	37
4.2.3 Überlast-Vermeidung in IEEE 802.11 WLAN	38
4.2.4 Weitere Ansätze zur Überlastbehandlung	38
4.3 Fehlertoleranzmaßnahmen bei der Datenübertragung	43
4.3.1 Bitübertragungsschicht (physical layer)	44
4.3.2 Sicherungsschicht (link layer)	44
4.3.3 Vermittlungsschicht (network layer)	45



INHALTSVERZEICHNIS

4.3.4	Transportschicht (transport layer)	46
4.3.5	Anwendungsschicht (application layer)	46
4.4	Ortsbezogene Dienste in Gebäuden	47
5	Gesamtsystem und Protokolle	49
5.1	Beschreibung des Gesamtsystems	49
5.1.1	Mobiles Endgerät	49
5.1.2	Basisstationen	50
5.1.3	Server und Backend-Netzwerk	51
5.2	Kommunikationsprotokolle	51
5.2.1	MobileBeaconing	53
5.2.2	BaseBeaconing	56
6	Beschreibung des Simulationsmodells	61
6.1	OMNeT++ Simulations Framework	61
6.2	Erweiterungen des Simulationsmodells	63
6.2.1	Modellierung der Gebäudestruktur	63
6.2.2	Steuerung der Mobilität	64
6.2.3	Steuerung des Nachrichtenaufkommens	65
6.3	Simulationsmodell des Flughafens	66
6.3.1	Modellierung des Flughafen Gebäudekomplexes	67
6.3.2	Bestimmung der Basisstation-Zellradien	67
7	Diskussion der Protokolle	71
7.1	Beschreibung der Simulationsläufe	71
7.2	Bewertung und Vergleich der Protokolle	73
7.2.1	MobileBeaconing	73
7.2.2	BaseBeaconing	74
7.2.3	Vergleich der Protokolle - Steigendes Paketaufkommen	77
7.2.4	Vergleich der Protokolle - Steigende Nutzerzahlen	80
8	Diskussion der Überlast-Behandlung	83
8.1	Überlast-Erkennung	85
8.1.1	Ende-zu-Ende basierte Verfahren	86
8.1.2	Netzunterstützte Verfahren	94
8.1.3	Zusammenfassung und Vergleich	104
8.2	Überlast-Reduktion	107
8.2.1	Priorisierung	107
8.2.2	Dienstabschaltung	108
8.2.3	Elastische Anwendungen	110
8.2.4	Reduktion der maximalen Neu-Übertragungen	111
8.2.5	Zusammenfassung und Vergleich	112
8.3	Überlast-Vermeidung	112
8.3.1	Ideale Überlast-Vermeidung	113
8.3.2	Anwendungsbezogene Mechanismen	114
9	Beschreibung der Simulationsszenarien	117
9.1	Abschätzung zur Netzlast	117



9.2	Beschreibung der Startpopulation	121
9.3	Szenario Lastspitzen durch Paging	122
9.4	Szenario andauernde Belastung durch Indoor-Navigation	123
10	Vergleich von Base- und MobileBeaconing	125
10.1	Vergleichsszenario ohne zusätzliche Last	126
10.2	Andauernde Belastung durch eine verteilte Population	128
10.3	Andauernde Belastung durch eine dichte Population	133
10.4	Lastspitze durch eine verteilte Population	135
10.5	Lastspitze durch eine dichte Population	137
10.6	Zusammenfassung	139
11	Diskussion der Wirksamkeit der Überlast-Erkennung	145
11.1	Bewertung der Erkennungs-Verfahren	145
11.2	Channel Busy Indicator	147
11.3	Paketaufkommen in den Basisstationen	149
11.4	Zusammenfassung	152
12	Diskussion der Wirksamkeit der Überlast-Reduktion	155
12.1	Priorisierung	155
12.2	Dienstabschaltung	159
12.2.1	Haltebetrieb und Reduktion der maximalen Neu-Übertragungen	159
12.2.2	Sperrbetrieb	162
12.2.3	Prioritätsbetrieb	162
12.3	Elastische Anwendungen	163
12.4	Zusammenfassung	167
13	Diskussion der Wirksamkeit der Überlast-Vermeidung	175
13.1	Lastspitze bei dichter Population	176
13.2	Anhaltende Last bei dichter Population	178
13.3	Zusammenfassung	179
14	Zusammenfassung	183
14.1	Ausblick	186
	Literaturverzeichnis	189
	Eigene Publikationen	195
	Lebenslauf	197