



# Work in Progress

---

Die ZfTM-Schriftenreihe zu aktuellen Themen  
der Telekommunikations- und Medienwirtschaft

ZfTM-Work in Progress Nr. 52

## **WLAN- und WPAN-Funtechniken nach IEEE 802.11 und Bluetooth: Funktionsweise und Anwendungsbereiche**

Andreas Walter\*

© 2005

---

\* Partner der Unternehmensberatung DIALOG CONSULT GmbH (Bismarckstraße 142, 47057 Duisburg, Tel: 0203 306 1207) und Lehrbeauftragter an der Hamburg Media School



## Work in Progress

Zentrum für Telekommunikation und Medienwirtschaft

ZfTM-Work in Progress ist eine Sondernummer des Förderkreises Zentrum für Telekommunikation und Medienwirtschaft e.V. Alle Angaben erfolgen nach bestem Wissen, jedoch ohne Gewähr für Richtigkeit und Vollständigkeit. Für Fehler in Text und in Grafiken wird keine Haftung übernommen. Aus der Veröffentlichung kann nicht geschlossen werden, dass die beschriebene Lösung oder die verwendete Bezeichnung (bevorzugt bildlich) durch rechtlich geschützte Nachdruck oder sonstige Reproduktion (auch auszugsweise) nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Vorstandes des Förderkreises. Herausgeber (persönliche Verantwortlich): Prof. Dr. Torsten J. Gerpott, Dipl.-Wirtschaftswissenschaftler, Dipl.-Inf. Sandra Thomas

**Kontakt:**  
Förderkreis Zentrum für Telekommunikation und Medienwirtschaft e.V.  
Elisenstr. 20a  
40625 Ratingen-Lintorf  
Tel. 0210 3793119  
Fax 0210-3793556  
Internet: [www.zftr.de](http://www.zftr.de)  
Email: [kontakt@zftr.de](mailto:kontakt@zftr.de)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung und rechtlicher Rahmen</b>	<b>1</b>
1.1. Klassifizierung von Funktechniken . . . . .	1
1.2. Frequenznutzung und internationale Standardisierung . . . . .	3
1.3. Rechtlicher Rahmen . . . . .	5
1.4. Konkurrierende Funkanwendungen . . . . .	8
<b>2. Technische Standards für allgemein verfügbare Datenfunktechniken</b>	<b>11</b>
2.1. Bluetooth . . . . .	12
2.1.1. Funktionsweise und Leistungsparameter . . . . .	12
2.1.2. Protokolldetails und anwendungsnahe Profile . . . . .	16
2.1.3. Beschaffung von Geräten mit Bluetooth-Funktechnik . . . . .	22
2.1.4. Weiterentwicklungen des Standards . . . . .	22
2.2. IEEE 802.11 (WiFi) . . . . .	24
2.2.1. Entwicklung und Beschreibung der grundlegenden Standards . . . . .	25
2.2.2. Funktionsweise der 802.11 Datenübertragung . . . . .	27
2.2.3. Erweiterungen und Einsatzmöglichkeiten . . . . .	31
2.2.4. Weiterentwicklungen der Standards . . . . .	32
2.3. Weitere WPAN- und WLAN-Funkstandards zur Datenübertragung . . . . .	34
2.3.1. Infrarot – IrDA . . . . .	34
2.3.2. HiperLAN . . . . .	37
2.3.3. DECT und DMAP . . . . .	38
2.3.4. HomeRF . . . . .	39
2.3.5. Exkurs: IEEE 802.16 – WiMAX . . . . .	40
2.4. Vergleich der Funktechniken . . . . .	41
<b>3. Anwendungen allgemein verfügbarer Funktechniken</b>	<b>41</b>
3.1. Unternehmensinterne Funknetze . . . . .	43
3.1.1. Unternehmensinterne WLAN-Strukturen . . . . .	43
3.1.2. Individuallösungen zur Unterstützung von Informationsmanagement, Logistik und Produktion . . . . .	45
3.2. Öffentliche WLAN („Hotspots“) . . . . .	46
3.2.1. Markt- und Unternehmensüberblick . . . . .	46
3.2.2. Abrechnung und Wirtschaftlichkeit . . . . .	48
3.3. Wirtschaftlichkeitsvergleich mobiler Netzzugangsalternativen . . . . .	49
3.4. Sicherheitsaspekte . . . . .	53
3.4.1. Nutzung fremder WLAN . . . . .	53
3.4.2. Eigene unternehmensinterne WLAN . . . . .	54

<b>A. Definition der Funkanwendungen nach RegTP</b>	<b>56</b>
<b>B. Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>63</b>
<b>C. Literatur</b>	<b>68</b>

## 1. Einleitung und rechtlicher Rahmen

Es gibt eine Fülle „privater“ Funkanwendungen, die im betrieblichen Alltag bzw. im täglichen Leben allgemeine Verbreitung und Anwendung gefunden haben. Obwohl dieser Beitrag auch einen Überblick über die vielfältigen Erscheinungsformen von Funktechniken in Deutschland gibt, liegt der Schwerpunkt in der Betrachtung und Analyse der von der Allgemeinheit nutzbaren *Funktechniken für Datenübertragung IEEE 802.11 und Bluetooth*, die seit dem Jahr 2002 sowohl in Deutschland als auch weltweit eine massive Verbreitung erfahren haben und deren Anwendungen sowohl in der Fachpresse als auch in einer breiten Öffentlichkeit diskutiert werden.

Des Weiteren werden in diesem Abschnitt die speziellen rechtlichen Rahmenbedingungen in Deutschland aufgezeigt sowie auf besondere Aspekte des Zusammenspiels unterschiedlicher Funktechniken eingegangen.

### 1.1. Klassifizierung von Funktechniken

Funktechniken zur Daten- und Sprachübertragung – sowohl für öffentliche Netze als auch für private Anwendungen – können wie folgt eingeordnet werden (in Anlehnung an Rech 2004: 3):

**Wireless Personal Area Network (WPAN):** Unter *WPAN* (gelegentlich auch als *PLAN* – *Personal LAN* bezeichnet) wird im allgemeinen die Datenübertragung über sehr kurze Entfernungen von bis zu 10 Metern bzw. innerhalb eines Raumes verstanden. Des Weiteren kommt mit „Personal“ zum Ausdruck, dass es sich dabei hauptsächlich um die Vernetzung persönlicher Kommunikationsgeräte wie z.B. Laptop–Tastatur–Maus oder Mobiltelefon–PDA–Laptop handelt. Die prominentesten WPAN-Techniken sind *DECT*, *Infrarot* und *Bluetooth*, wobei der Schwerpunkt auf der Darstellung des neueren Funkstandards *Bluetooth* liegt. Aber auch „unpersönliche“ Funktechniken wie z.B. *RFID* (= Radio Frequency Identification Applications)<sup>1</sup> sind grundsätzlich in diesem Segment einzuordnen.

**Wireless Local Area Network (WLAN):** Demgegenüber kann bei einem *WLAN* die räumliche Ausdehnung durch den Einsatz mehrerer i.d.R. fest installierter Funkzellen dem zu versorgenden Gebiet bzw. Gebäude angepasst werden (z.B. Firmengelände, Hotel, Bürogebäude, Messegelände, Flughafenhalle) und mehrere hundert Meter betragen. Die mit Abstand wichtigste Datenfunktechnik in diesem Bereich ist *IEEE 802.11*, für die *WLAN* in der allgemeinen Diskussion teilweise bereits ein

---

<sup>1</sup> Von der RegTP werden diese Techniken unter „Funkanwendungen für Identifizierungszwecke“ eingeordnet (s. Anhang A).

Quasi-Synonym geworden ist. In diesem Artikel wird der Begriff WLAN jedoch immer *technikunabhängig* verwendet. Als griffigerer Begriff für die WLAN-Funktechnik nach IEEE 802.11 wird hingegen die Abkürzung WiFi (= Wireless Fidelity) verwendet (zur Erläuterung dieses Begriffes s. Abschnitt 2.2.1). Aber auch die Bluetooth-Funktechnik wird teilweise im Sinne dieser WLAN-Definition eingesetzt, jedoch gibt es nur wenige praktische Beispiele dafür.

**Wireless Metropolitan Area Network (WMAN):** Die Abkürzung *WMAN* wird für Funktechniken verwendet, die für eine Abdeckung von Städten oder Stadtteilen geeignet sind, also mit ihrer systembedingten Flächenabdeckung über der von WLAN-Technologien liegen und Gebiete von mehreren Kilometern Durchmesser versorgen können. Mit den Ende 2000 vergebenen WLL-Lizenzen sollten flächendeckend Punkt-zu-Mehrpunkt-Richtfunkanwendungen zur Überbrückung der „letzten Meile“<sup>2</sup> in Deutschland zum Einsatz kommen, was praktisch jedoch nur in wenigen Einzelfällen geschah. Zukünftige WMAN-Anwendungen können Funkstandards wie *IEEE 802.16 (WiMAX)* oder *HiperACCESS/HiperMAN* begründen.

**Wireless Wide Area Network (WWAN):** In die Klasse *WWAN* sind insbesondere die öffentlichen und größere Flächen abdeckenden Mobilfunknetze mit ihren Datenübertragungstechniken GPRS (= General Packet Radio System), UMTS (= Universal Mobile Telecommunications System) und zukünftig auch EDGE (= Enhanced Data Rate vor GSM-Evolution) einzuordnen. Zwar werden die Funktionsweisen der WWAN-Funktechniken öffentlicher Netze in diesem Artikel nicht näher beschreiben, allerdings wird auf die mögliche Konkurrenzsituation z.B. zwischen WiFi und UMTS eingegangen.

Abbildung 1 visualisiert die Einsatzbereiche der wichtigsten Datenfunktechniken und gibt auch bereits Hinweise zu potenziellen Überschneidungen. Diese Betrachtungen werden detailliert in Abschnitt 2 weitergeführt. Grundsätzlich sind WPAN- und WLAN-Funktechniken dafür geeignet, von der Allgemeinheit im Sinne echter „privater“ Funkanwendungen genutzt zu werden, während WMAN- und WWAN-Funktechniken insbesondere für den Aufbau der leistungsstärkeren Sendeanlagen eine nicht unerhebliche Fachkenntnis erfordern und deshalb eher nur von Organisationen betrieben werden dürfen, die den Nachweis der entsprechenden Fachkenntnis erbringen können (z.B. TK-Netzbetreiber).

---

2 Als „letzte Meile“ wird das Kabel bezeichnet, welches *einen* Teilnehmer mit einem Telekommunikationsnetz verbindet. Da nahezu alle Kundenanschlusskabel der Deutschen Telekom gehören und eine Neuverlegung für andere Carrier zu unwirtschaftlich ist, werden immer wieder auch funkgestützte Techniken zur Kundenanbindung gesucht.