

Forschungsvorhaben:

Bestimmung der Exposition bei Verwendung kabelloser Übermittlungsverfahren in Haushalt und Büro

G. Schmid, D. Lager, P. Preiner

ARC Seibersdorf research GmbH

Geschäftsfeld Sichere Mobilkommunikation,

A-2444 Seibersdorf, Österreich

Zielsetzung:

- Erhebung relevanter drahtloser Kommunikationseinrichtungen bzw.-Technologien für den Einsatz im Haushalt und im Büro
- Beschreibung dieser Technologien hinsichtlich der strahlenschutztechnisch relevanten Parameter
- Erarbeitung und Bewertung von Mess- und Berechnungsverfahren für die praktische Expositionsbestimmung in den EMFs dieser Technologien

Inhalt:

- Relevante Technologien und deren Eigenschaften hinsichtlich Immissionsmessungen
- Mess- und Berechnungsmethoden für die Expositionserfassung (Unsicherheiten, Optimierung)
- Immissionsmessungen in realen Szenarien
- Immissionsbewertung: ‚Worst case‘ vs. tatsächlicher Immissionen

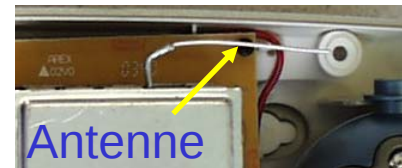
Drahtlose Übermittlungsverfahren für Haushalt und Büro:

- **WLAN** nach IEEE 802.11a,b,g,h: → weit verbreitet
- **DECT** → weit verbreitet
- **Bluetooth** → weit verbreitet
- **HiperLAN** → praktisch bisher nicht realisiert
- **HomeRF/SWAP** → von WLAN und Bluetooth verdrängt
- drahtlose Tastatur/Maus (nicht Bluetooth) → weit verbreitet
- drahtlose Webcams → verbreitet
- **WPANs** nach IEEE 802.15 (Zigbee, Wireless Fire Wire) → noch nicht am Markt
- **Babyphone** → weit verbreitet
- **drahtlose Audioübertragung** (Kopfhörer) → verbreitet

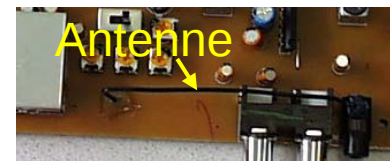
Babyphone, drahtlose Kopfhörer, Webcams (Eigenschaften 1):

- Analoge Übertragungsverfahren (AM, FM)
- Kontinuierliche Abstrahlung bei anstehendem Signal (Deaktivierung bei Stille)
- Frequenzbänder/Sendeleistungen:

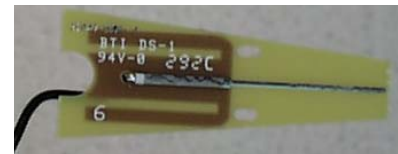
Babyphones: 40 MHz (10 mW), 446 MHz (~bis 500 mW), 860 MHz (10 mW),
2450 MHz (~bis 100 mW)



drahtlose Kopfhörer: 860 MHz (10 mW)

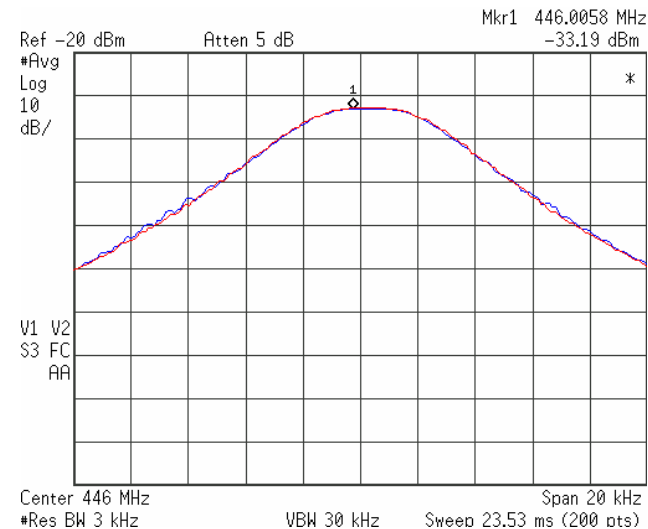
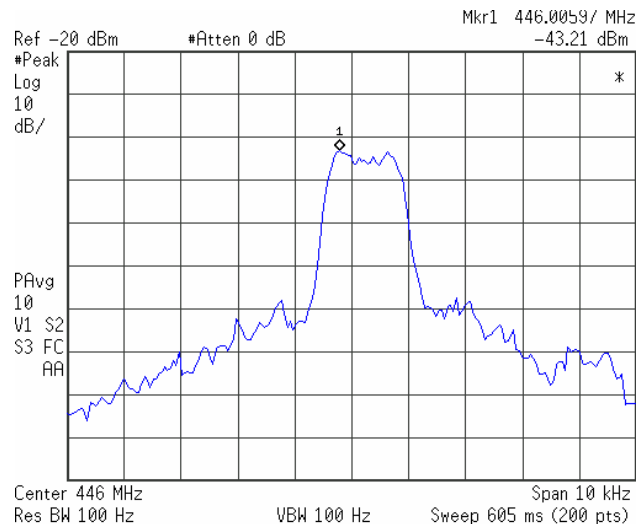


drahtlose Webcams: 2450 MHz (10 mW)



Babyphone, drahtlose Kopfhörer, Webcams (Eigenschaften 2):

■ Frequenzbereichsdarstellung (Spektrum Analysator): Beispiel Babyphone



- Einfache frequenzselektive Immissionsmessung, ohne besonders beachtenswerte Punkte (ausgenommen RBW-Einstellungen)

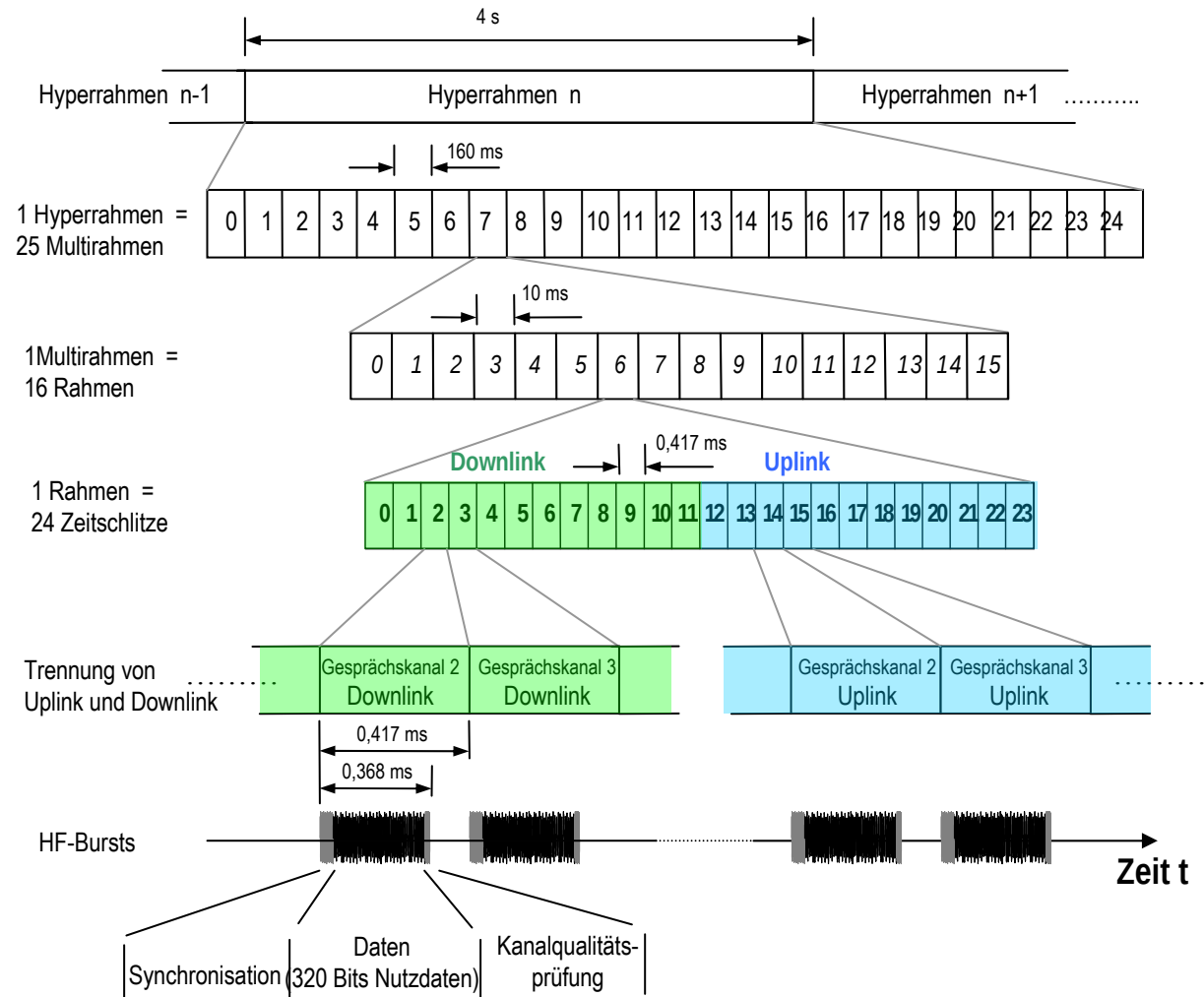
→ keine systematischen Mess-Unsicherheiten zu erwarten

DECT (Eigenschaften 1):

- Frequenzbereich: 1880 MHz – 1900 MHz
- Zugriffsverfahren: FDMA/TDMA (10 Kanäle, jeweils ca. 1,7 MHz Abstand)
- Duplexverfahren: TDD (12 slots uplink, 12 slots downlink pro Frequenzkanal)
- Sendeleistungen: Burst: 250 mW
- Modulation GFSK
- **Automatische dynamische Frequenzwahl**
- keine Sendeleistungsregelung
- Anwendung/Verbreitung:
 - Schnurlostelefon für Heimbereich (meist 1 Basisstation, max. 6 Mobilteile)
 - Professionelle drahtlose Nebenstellenanlagen als zellorientiertes Netz mit mehreren BS und mehreren hundert MS möglich (pro BS theoretisch max. 120 Gespräche gleichzeitig)

DECT (Eigenschaften 2):

■ Rahmenstruktur:



DECT (Eigenschaften 3):

- mittlere Sendeleistung (aus Rahmenstruktur):

Basisstation: $250 \text{ mW} / 24 = \text{ca. } 10 \text{ mW}$ pro aktivem Gespräch

Mobilteil: $250 \text{ mW} / 24 = \text{ca. } 10 \text{ mW}$

→ d.h. tatsächliche Immissionen sind abhängig vom Datenverkehr (Anzahl der aktiven Gespräche); i. A. stark schwankend

ohne aktive Gespräche:

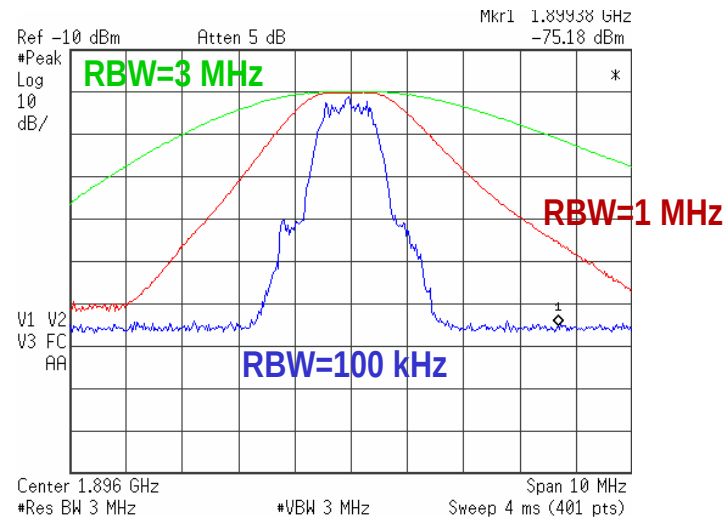
Mobilteil sendet überhaupt nicht !

Basisstation sendet regelmäßig ein Beacon Signal aus
(alle 10 ms, ca. 83 μs lang → ca. 2 mW mittlere Leistung)



DECT (Eigenschaften 4):

- Frequenzbereichsdarstellung (MAX-HOLD) eines DECT Frequenzkanales



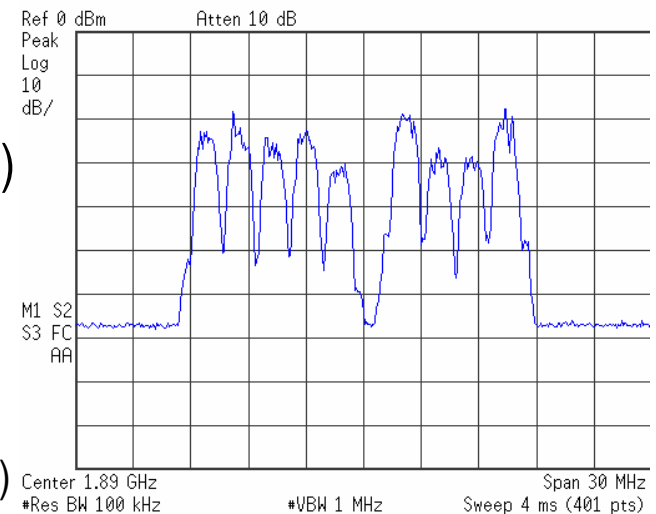
- Bestimmung der tatsächlichen Immissionen schwierig wegen:
 - Abhängigkeit von Gesprächsverkehr
 - Automatischer dynamischer Frequenzwahl (d.h. einzelnes Gespräch kann jeden zur Verfügung stehenden Frequenzkanal nutzen und je nach Empfangsbedingungen zwischen den Kanälen ‚springen‘)

DECT-Immissionsmessung (Prinzip):

- Spektrum-Analysator im LIVE-Modus: kein stehendes Bild erzielbar
- Spektrum-Analysator im ZERO SPAN-Modus: nicht zielführend wegen dynamisch wechselnder Frequenzen
- Spektrum-Analysator im MAX-HOLD-Modus (oft praktiziert): führt auf (nicht einmal) theoretisch denkbare ‚WORST CASE‘ Immissionen

→ Überbewertung der tatsächlichen Immissionen
um mehrere Zehnerpotenzen möglich (und üblich)

- Einziger Ausweg:
Channel Power Messungen
über gesamten DECT-Frequenzbereich
(mit Mittelungsfunktion wegen zeitlicher Schwankungen)
→ verbleibende Unsicherheiten im Bereich einiger dB



**MAX-HOLD über ca. 1 Minute bei einer
einzigen aktiven Gesprächsverbindung**

Bluetooth (Eigenschaften 2):

- Frequenzbereich: 2400 MHz – 2482 MHz
- Übertragungsverfahren: *Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)*, 79 Einzelknäle (jeweils 1 MHz Kanalabstand)
- Modulation GFSK
- Mediumszugriff über Master-Slave Prinzip
- Sendeleistungen (EIRP): 3 Leistungsklassen spezifiziert

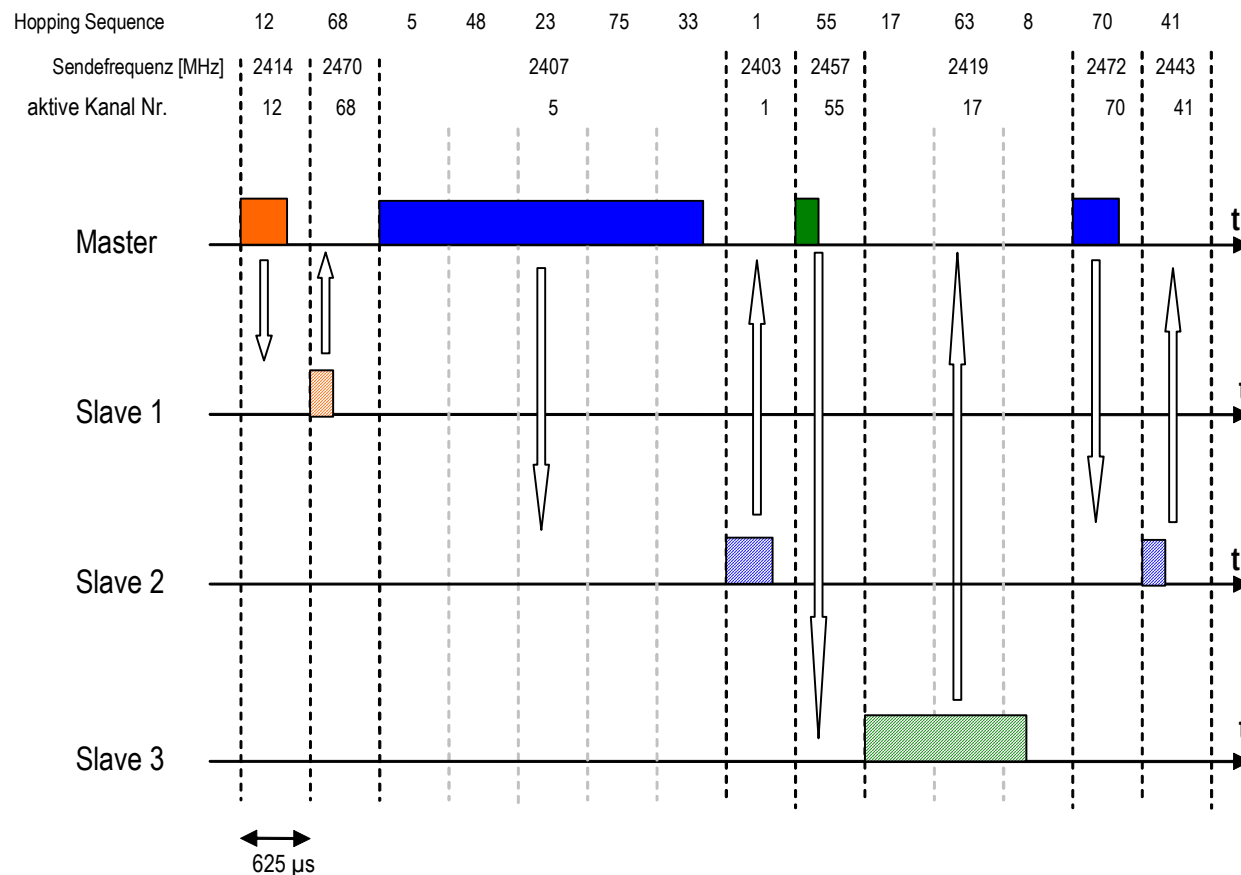
Gerätekategorie	max. Sendeleistung	Leistungsregelung
I	100 mW	ja
II	2,5 mW	optional
III	1 mW	optional

- Anwendung/Verbreitung:

Mobiltelefon-Headsets, drahtlose Maus und Tastatur, niedrigbitratige Netzwerkverbindungen (z.B. Drucker)



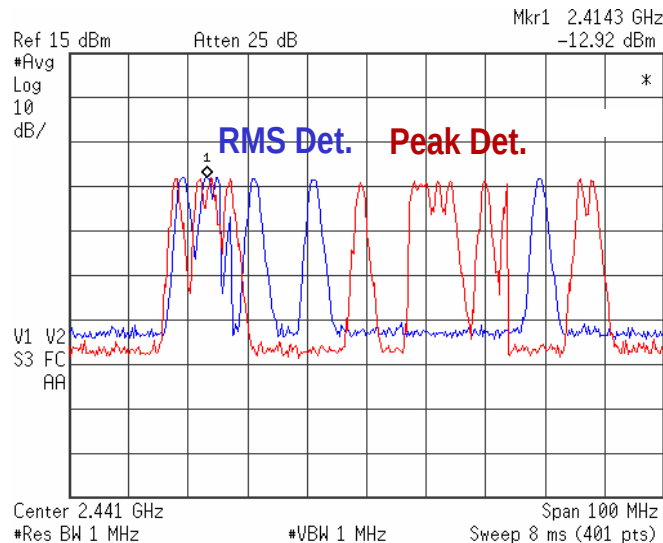
Bluetooth (Eigenschaften 3):



→ KEIN gleichzeitiges Senden der einzelnen Geräte innerhalb eines Netzwerks

Bluetooth (Eigenschaften 4):

■ Frequenzbereichsdarstellung (MAX-HOLD)

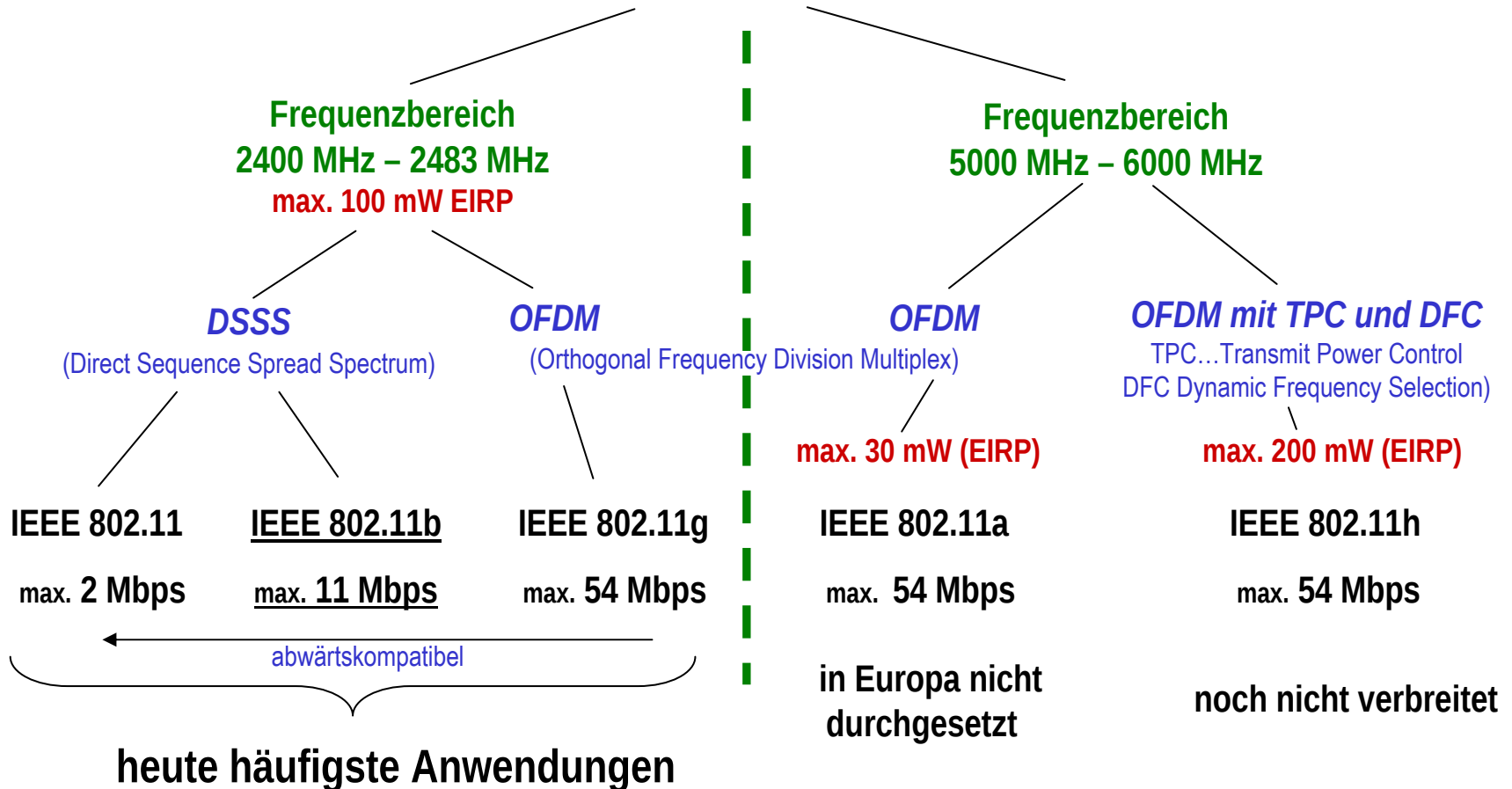


- Bestimmung der tatsächlichen Immissionen schwierig wegen:
 - Abhängigkeit vom Datenverkehrsverkehr
 - Frequency Hopping

Bluetooth-Immissionsmessung (Prinzip):

- Spektrum-Analysator im LIVE-Modus: kein stehendes Bild erzielbar
- Spektrum-Analysator im ZERO SPAN-Modus: nicht zielführend wegen Frequenzsprungverfahren
- Spektrum-Analysator im MAX-HOLD-Modus (oft praktiziert): führt auf (nicht einmal) theoretisch denkbare ‚WORST CASE‘ Immissionen
 - systematische Überbewertung der tatsächlichen Immissionen um mehrere Zehnerpotenzen möglich (und üblich)
- Einziger Ausweg: Channel Power Messungen über gesamten Bluetooth-Frequenzbereich (mit Mittelungsfunktion zur Reduzierung zeitlicher Schwankungen)
 - verbleibende Unsicherheiten im Bereich einiger dB

WLANs nach IEEE 802.11x



WLANs nach IEEE 802.11b,g (2,4 GHz-ISM-Band)

Datenrate [Mbps]	Träger Modulation	Übertragungsverfahren	Faltungs-Kodiertrate	Standard
1	DBPSK	DSSS (11 chip Barker Sequ.)	-	IEEE 802.11
2	DQPSK			
5,5	DQPSK	DSSS (4 8-chip CCK)	-	IEEE 802.11b
11	DQPSK	DSSS (64 8-chip CCK)	-	
6	BPSK	OFDM (48 Datenträger +4 Pilot-Träger)	1/2	IEEE 802.11g
9	BPSK		3/4	
12	QPSK		1/2	
18	QPSK		3/4	
24	16QAM		1/2	
36	16QAM		3/4	
48	64QAM		1/2	
54	64QAM		3/4	

WLANs nach IEEE 802.11b (Eigenschaften 1):

- Frequenzbereich: 2400 MHz – 2483 MHz
- Übertragungsverfahren: *Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)*, belegte Bandbreite pro Kanal ca. 22 MHz
- Mediumszugriff : *CSMA/CA (Carrier Sense Medium Access/Collision Avoidance)*
- Sendeleistungen (EIRP): max. 100 mW EIRP
- Anwendung/Verbreitung: PC-Steckkarten, USB-Sticks, externe Access Points und Clients mit integrierten oder externen (Gewinn-) Antennen

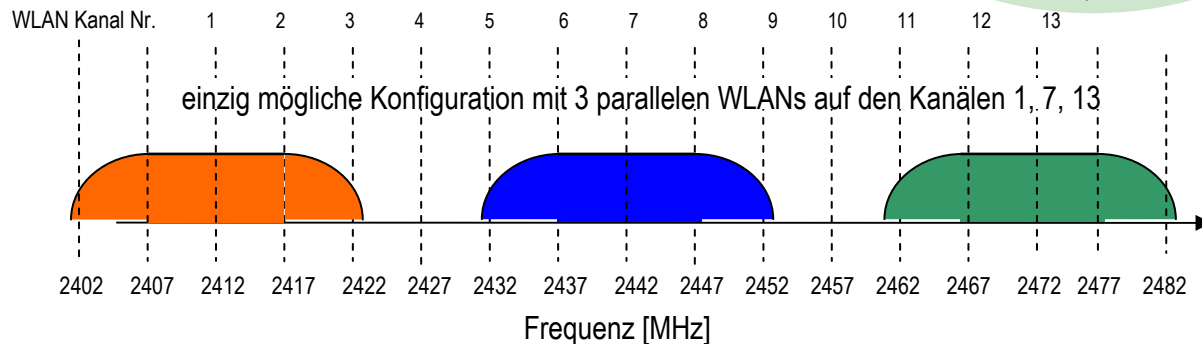
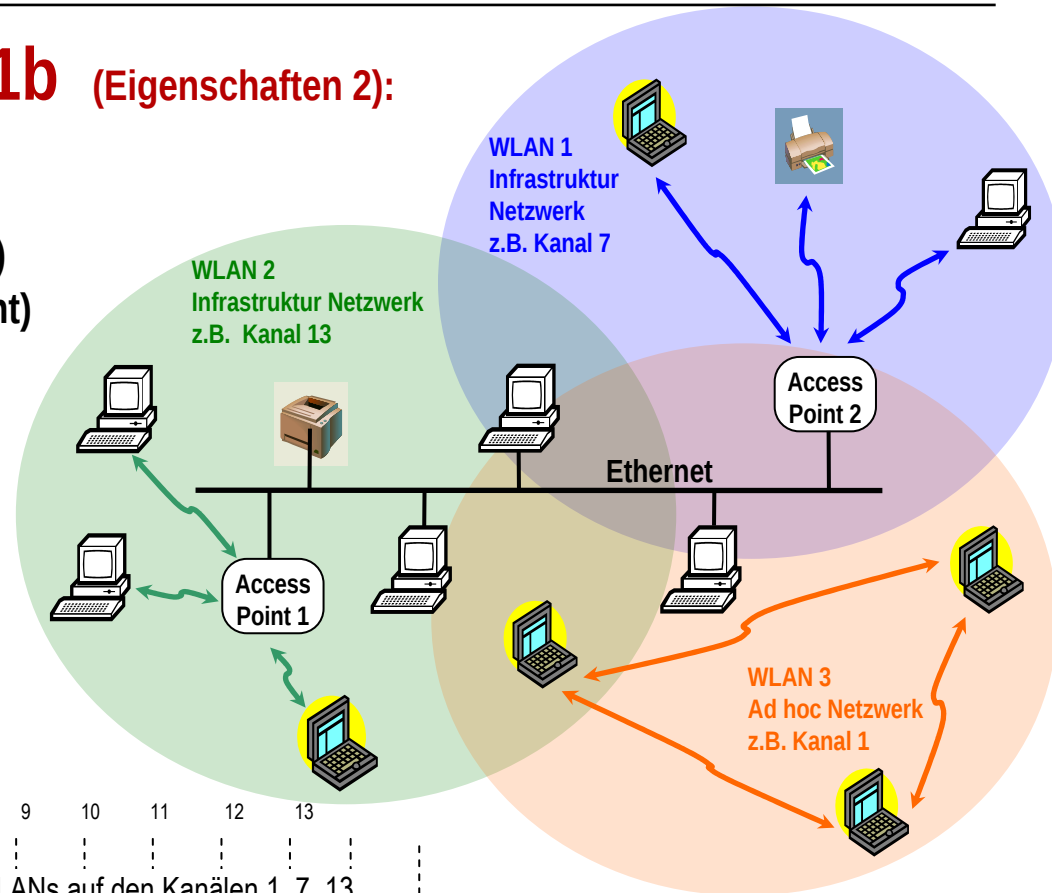


WLANs nach IEEE 802.11b (Eigenschaften 2):

■ Konfiguration als

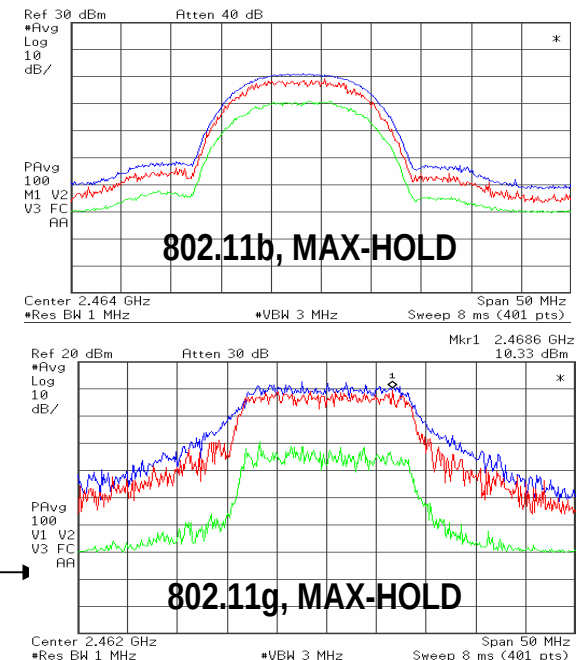
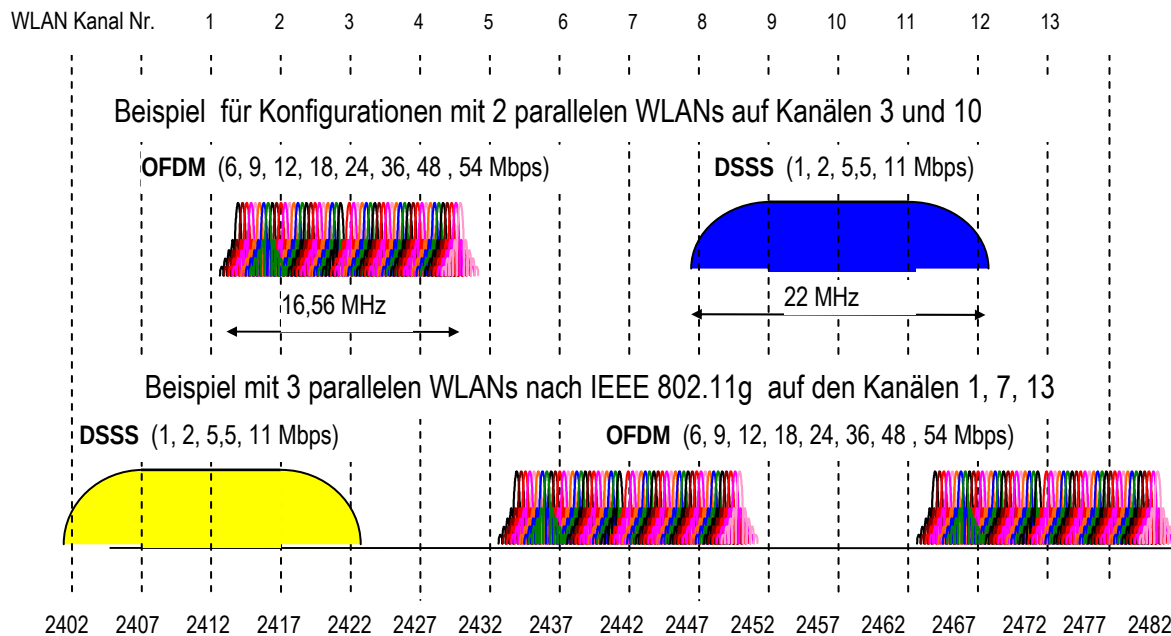
Infrastruktur-Netzwerk (mit Access Point)
oder *Ad Hoc Netzwerk* (ohne Access Point)

→ KEIN gleichzeitiges Senden
der einzelnen Geräte innerhalb
eines Netzwerks



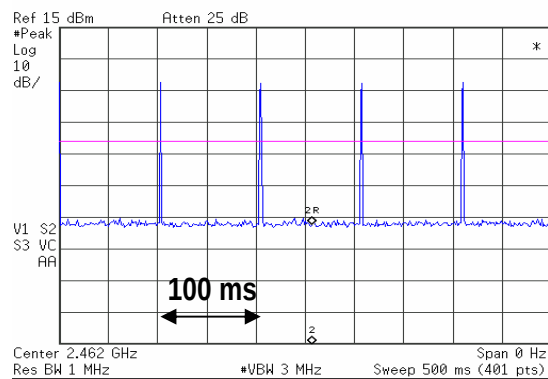
WLANs nach IEEE 802.11g (Eigenschaften):

- Frequenzbereich: 2400 MHz – 2483 MHz
- Übertragungsverfahren: *Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM)* 52 Träger + 4 Pilotträger belegte Bandbreite pro WLAN-Kanal ca. 17 MHz
- Mediumszugriff, Sendeleistung, Netzwerkorganisation, Anwendungen: wie 802.11b



WLAN-Immissionsmessungen (Prinzip (1))

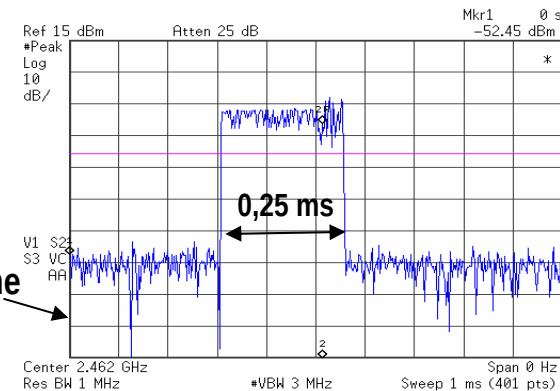
- Schwierig wegen Abhängigkeit vom schnell veränderlichen Datenverkehr
- ohne Datentransfer sendet AP nur Beacon Signal aus



Beacon-Messung im
ZERO-SPAN Mode

500 ms Sweep time

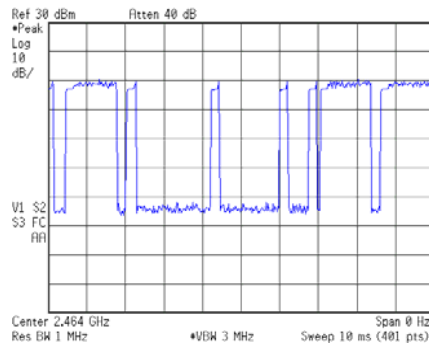
1 ms Sweep time



→ mittlere Sendeleistung (EIRP) eines Access Points schwankt (je nach Datenverkehr) zwischen ca. $100\text{mW} \cdot 2,5/100 = 2,5\text{ mW}$ (kein Datenverkehr, nur Beacon) und maximal ca. 80-90% der Maximalleistung (d.h. 80-90 mW), je nach Art des Datentransfers (Einflussfaktoren: Datenstruktur, Netzwerkkonfiguration)

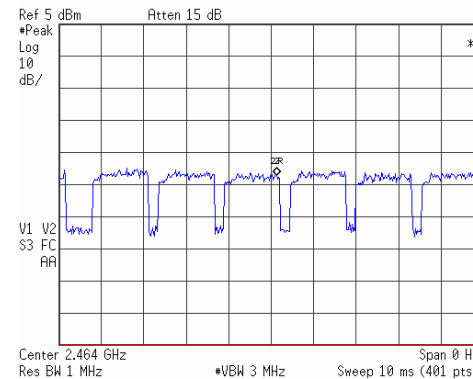
WLAN-Immissionsmessungen (Prinzip (2))

- z.B. Datentransfer Client A - AP - Client B
(eine große Datei, alle Verbindungen drahtlos)



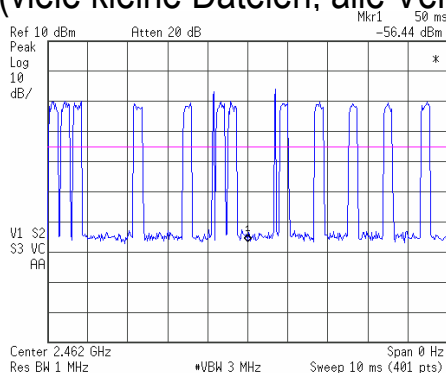
$$t/T_{\text{eff}} \approx 48\%$$

- z.B. Client A –(Ethernet)- AP–(Wireless)-Client B
(eine große Datei))



$$t/T_{\text{eff}} \approx 80\%$$

- z.B. Datentransfer Client A - AP - Client B
(viele kleine Dateien, alle Verbindungen drahtlos)

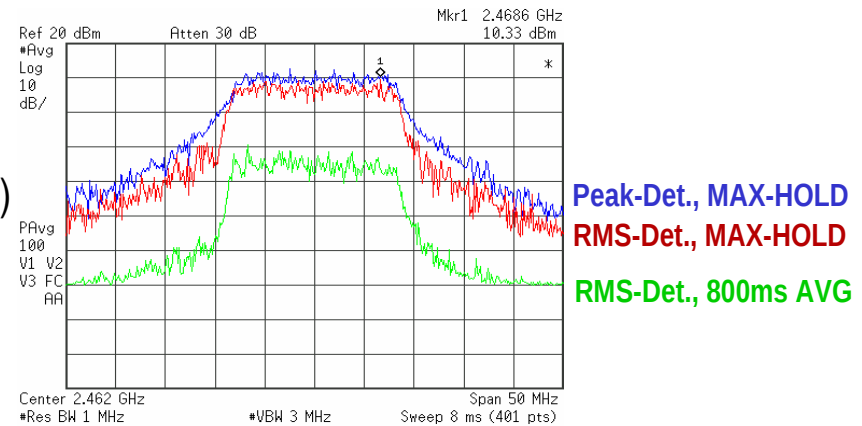


$$t/T_{\text{eff}} \approx 40\%$$

- Alle Messungen bei ‚Voll-Last‘ direkt am Access Point, d.h. Immissionsanteile von Clients vernachlässigt
- Voll-Last über längere Zeit (6 Min.) in der Praxis nur selten

WLAN-Immissionsmessungen (Prinzip (3))

- RBW-Korrektur
 - **RMS-Detektor** unbedingt notwendig
(Überbewertung allein durch Peak-Detektor ca. 3 dB)
 - Spektrum-Analysator im
LIVE-Modus: kein stehendes Bild erzielbar
ZERO SPAN-Modus: Quantifizierung schwierig
MAX-HOLD-Modus (oft praktiziert): führt auf unrealistische ‚WORST CASE‘ Immissionen
- systematische Überbewertung der tatsächlichen Immissionen
um mehrere Zehnerpotenzen möglich (und üblich)
- Einziger Ausweg: Channel Power Messungen über betrachteten WLAN-Kanal
(mit Mittelungsfunktion zur Reduzierung zeitlicher Schwankungen)
→ verbleibende Unsicherheiten im Bereich einiger dB



Quasi-isotrope Immissionsmess-Systeme



Field Nose

ARC Seibersdorf Research



SRM 3000

NARDA



TS-EMF

Rohde & Schwarz

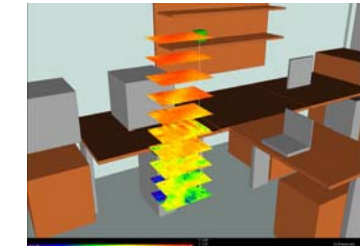
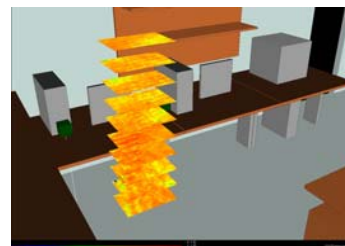
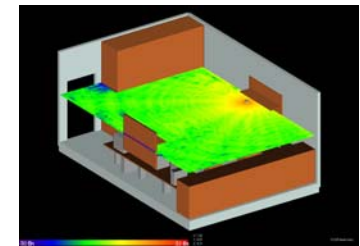
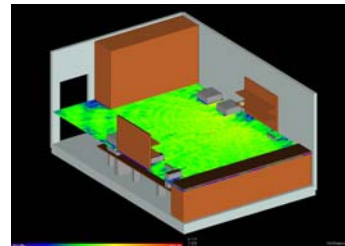
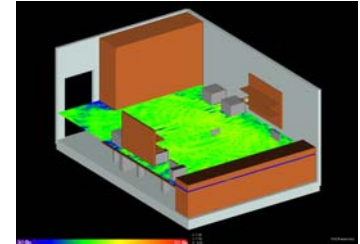
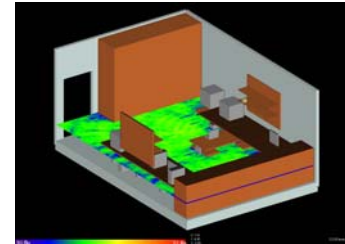
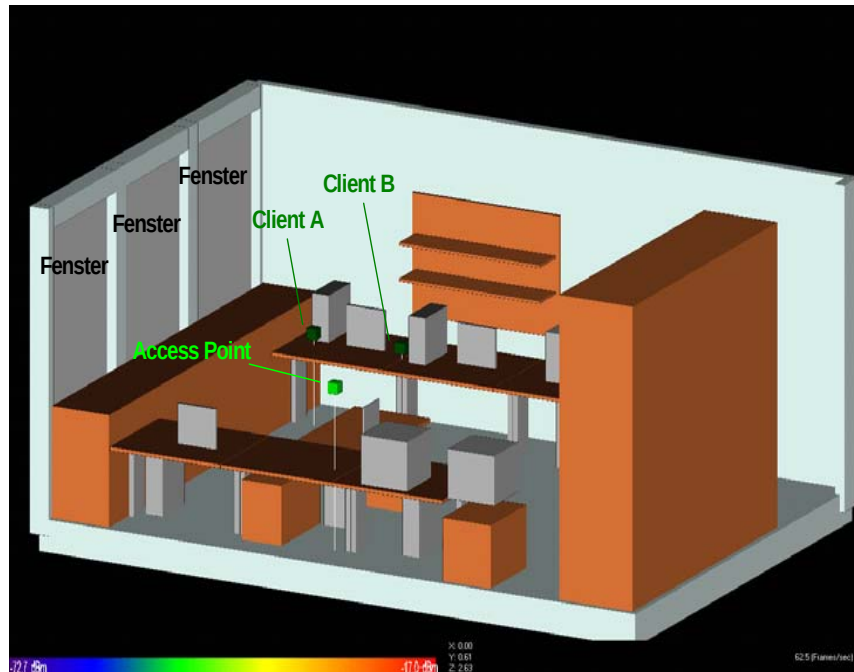


COMOBASE

Antennessa

Numerische Feldberechnung (Computersimulation) (1)

■ Programmpaket *Wireless Insite* (Ray Tracing)

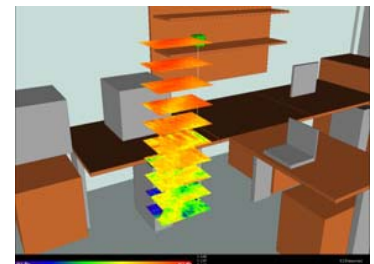
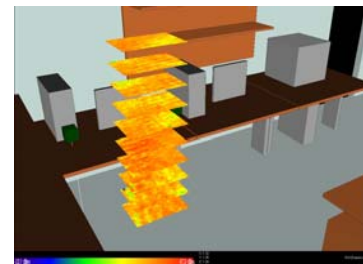
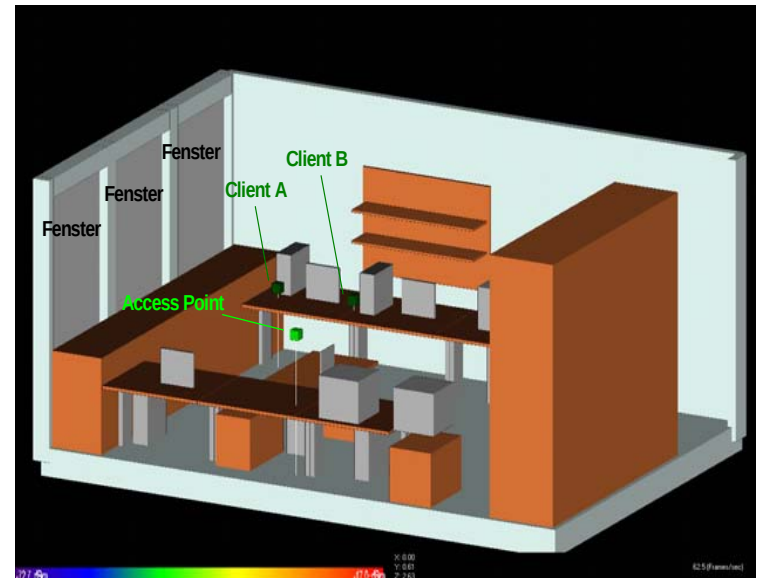
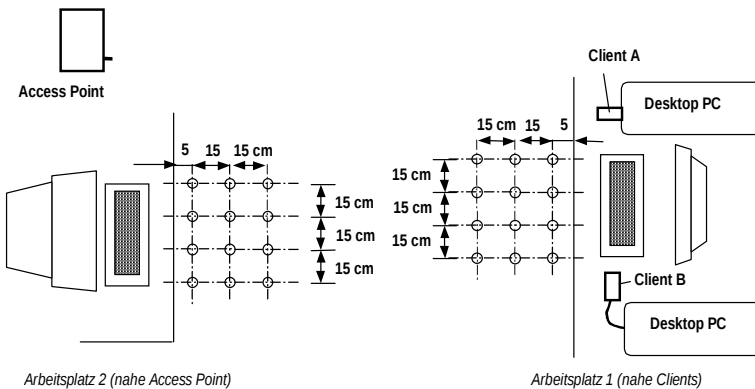
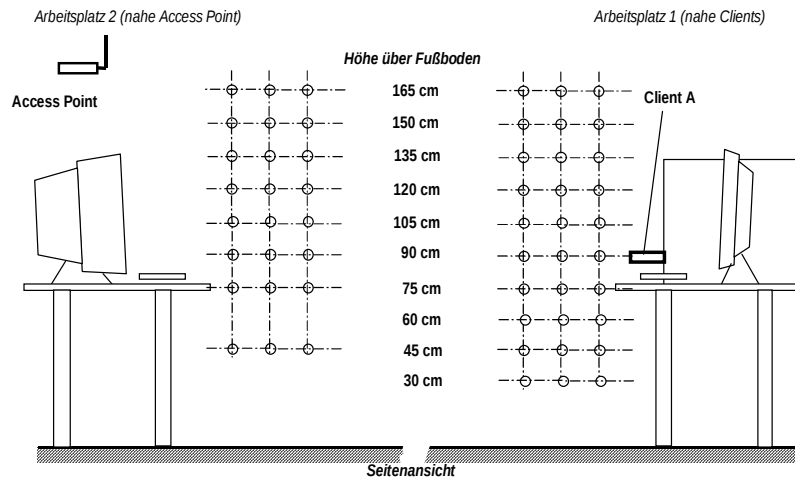


Numerische Feldberechnung (Computersimulation) (2)

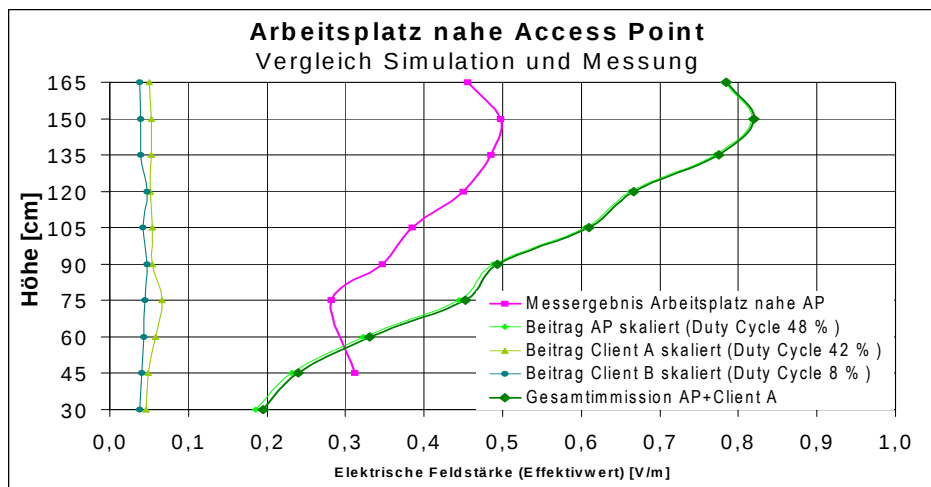
- grundsätzlich Erforderlich:
 - möglichst genaue Geometrie
 - Materialkenngrößen
 - Quelleneigenschaften (Sendeleistung, Antennenpattern)
- zusätzlich bei WLAN, Bluetooth, (DECT):
 - separater Simulationslauf für jede Feldquelle (wegen Zugriffs-Zeitmultiplex)
 - Skalierung der Ergebnisse entsprechend des ‚effektiven Duty-Cycles‘
 - Superposition der Einzelbeiträge
- erreichbare Genauigkeit:
 - punktuell große Unsicherheit (Größenordnung bis 10-15 dB)
 - hinsichtlich räumlicher Mittelwerte über Körperdimensionen (wie in gegenwärtigen Personenschutznormen gefordert): Abweichungen im Bereich < 3 dB erreichbar, d.h. ca. in der gleichen Größenordnung wie die messtechnisch erreichbaren Unsicherheiten

Numerische Feldberechnung (Computersimulation) (3)

- Beispiel-Szenario (Büro in Seibersdorf); definierter Datenverkehrszustand



Numerische Feldberechnung (Computersimulation) (4)

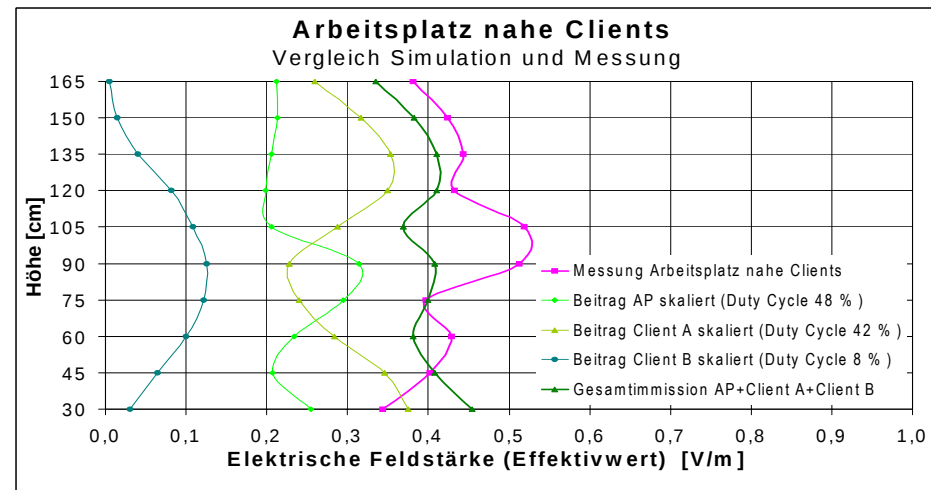


Übertragung einer großen Datei
Client A → Access Point → Client B

„effektive Duty Cycles“: Client A ca. 42 %
Access Point ca. 48 %
Client B ca. 8 %

	Gesamt- Immission aus Sim.	Gesamt- Immission gemessen	Abweichung
	E [V/m]	E [V/m]	
Arbeitsplatz 1 (nahe AP)	0,52	0,42 ± 1,5dB	+ 24 %
Arbeitsplatz 2 (nahe Clients)	0,40	0,46 ± 1,5 dB	-13 %

Messung mittels Channel Power (800 ms AVG)



Immissionsmessungen in realen Szenarien ⁽¹⁾

(im Routine-Betrieb befindliche Anlagen)

■ DECT-Messungen:

2 Arbeitsplätze in einem Betrieb mit DECT-Nebenstellenanlage (> 250 Mobilteile)



Distanz zur nächsten BS ca. 10 m

jeweils Messungen in 6 Höhen
(85 cm – 185 cm)

in jeder Position:

Channel Power Messungen
(800 ms AVG, Beobachtungszeit 20 s)

und (zum Vergleich)

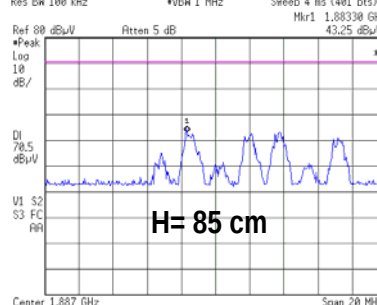
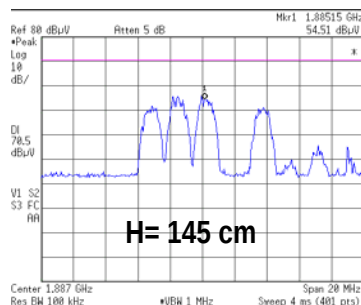
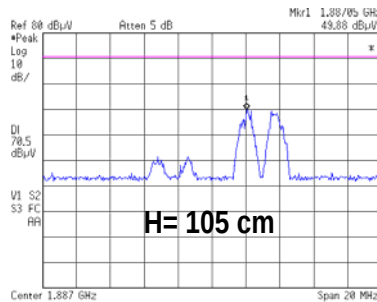
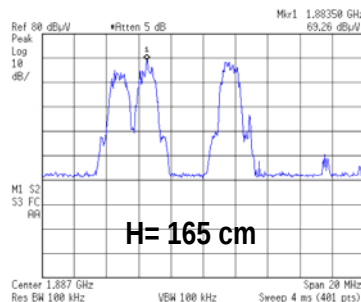
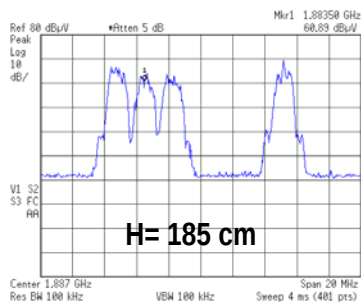
MAX-HOLD Messungen
(Beobachtungszeit 20 s)



Distanz zur nächsten BS ca. 5 m

Immissionsmessungen in realen Szenarien (2)

■ Ergebnisse der DECT-Messungen: Arbeitsplatz 1 (10 m Distanz zu BS):



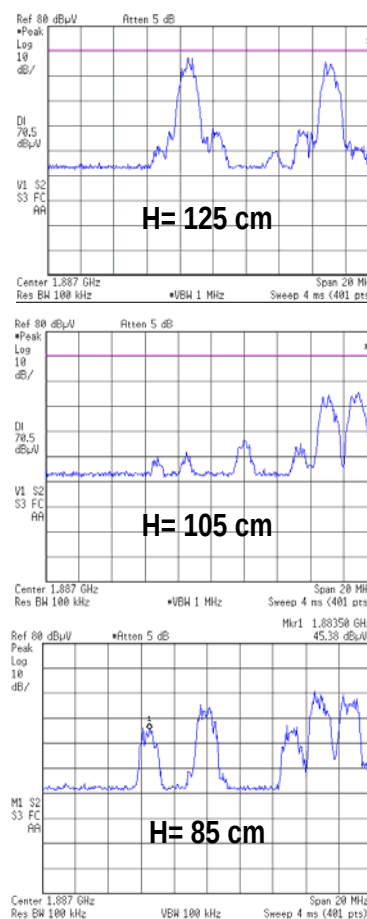
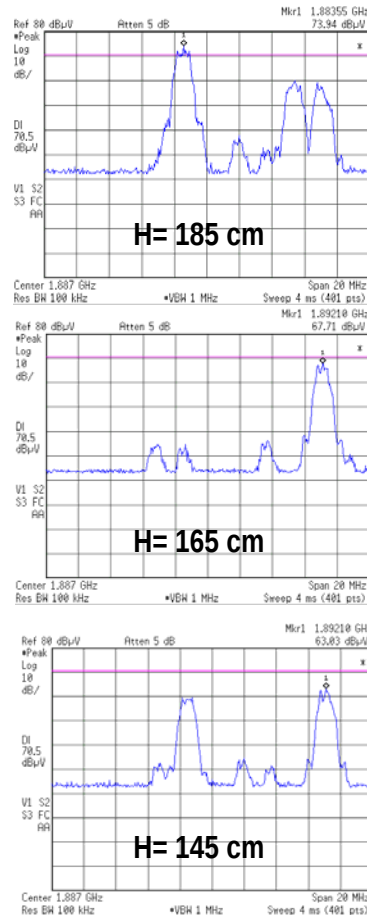
Höhe Messpos. [cm]	Channel Power Messung	MAX- HOLD Messung	Überbewertung durch MAX- HOLD	
	E [V/m] *	E [V/m]	[1]	[dB]
185	0,06	1,10	18,5	25,4
165	0,03	0,69	24,0	27,6
145	0,03	0,49	16,8	24,5
125	0,04	0,33	9,1	19,2
105	0,09	0,20	2,3	7,1
85	0,03	0,52	20,6	26,3
Raum- Mittelwert	0,047	0,56	11,8	21,4

* Schwankungsbreite der Feldstärke im Channel Power Modus
(20 s Beobachtungszeit): $\pm 3\text{dB} \dots \pm 6\text{dB}$

Referenzwert nach ICNIRP (1890 MHz): 58 V/m

Immissionsmessungen in realen Szenarien (3)

- Ergebnisse der DECT-Messungen: Arbeitsplatz 2 (5 m Distanz zu BS):



Höhe Messpos. [cm]	Channel Power Messung	MAX-HOLD Messung	Überbewertung durch MAX- HOLD	
	E [V/m] *	E [V/m]	[1]	[dB]
185	0,10	1,78	17,8	25,0
165	0,07	1,27	18,2	25,2
145	0,10	3,11	31,2	29,9
125	0,12	2,21	17,8	25,0
105	0,08	1,34	16,2	24,2
85	0,15	0,59	4,1	12,2
Raum- Mittelwert	0,104	1,72	16,5	24,4

* Schwankungsbreite der Feldstärke im Channel Power Modus (20 s Beobachtungszeit): $\pm 3\text{dB} \dots \pm 5\text{dB}$

Referenzwert nach ICNIRP (1890 MHz): 58 V/m

Immissionsmessungen in realen Szenarien (4)

■ WLAN-Messungen (802.11b):

2 Arbeitsplätze in Krankenhäusern (Flächendeckend mit WLAN versorgt)



jeweils Messungen in 6 Höhen
(85 cm – 185 cm)

in jeder Position:

Channel Power Messungen
über gesamten WLAN-Bereich
(800 ms AVG, Beobachtungszeit 20 s)

und (zum Vergleich)

MAX-HOLD Messungen
(Beobachtungszeit 20 s)

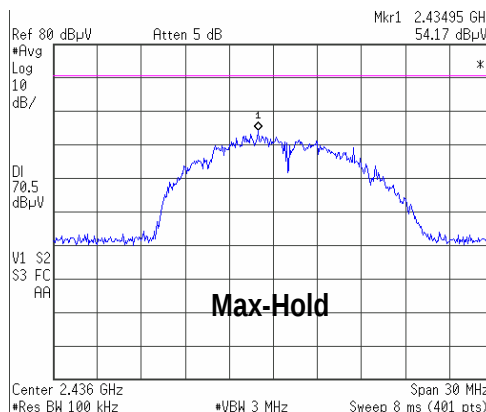
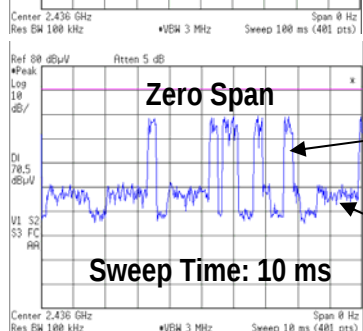
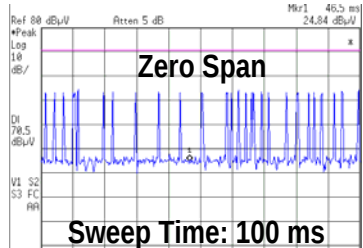
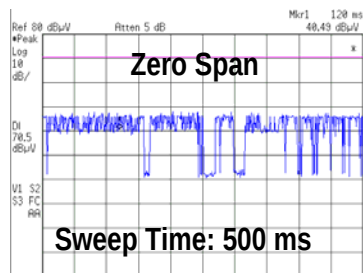
Distanz zum nächsten Access Point ca. 4 m



Distanz zum Access Point ca. 2-3 m

Immissionsmessungen in realen Szenarien (5)

- **Ergebnisse der WLAN-Messungen:** Arbeitsplatz 1 (4 m Distanz zu AP):
File Transfer von einem antennen-nahen Client über den Access Point ins Backbone Netzwerk



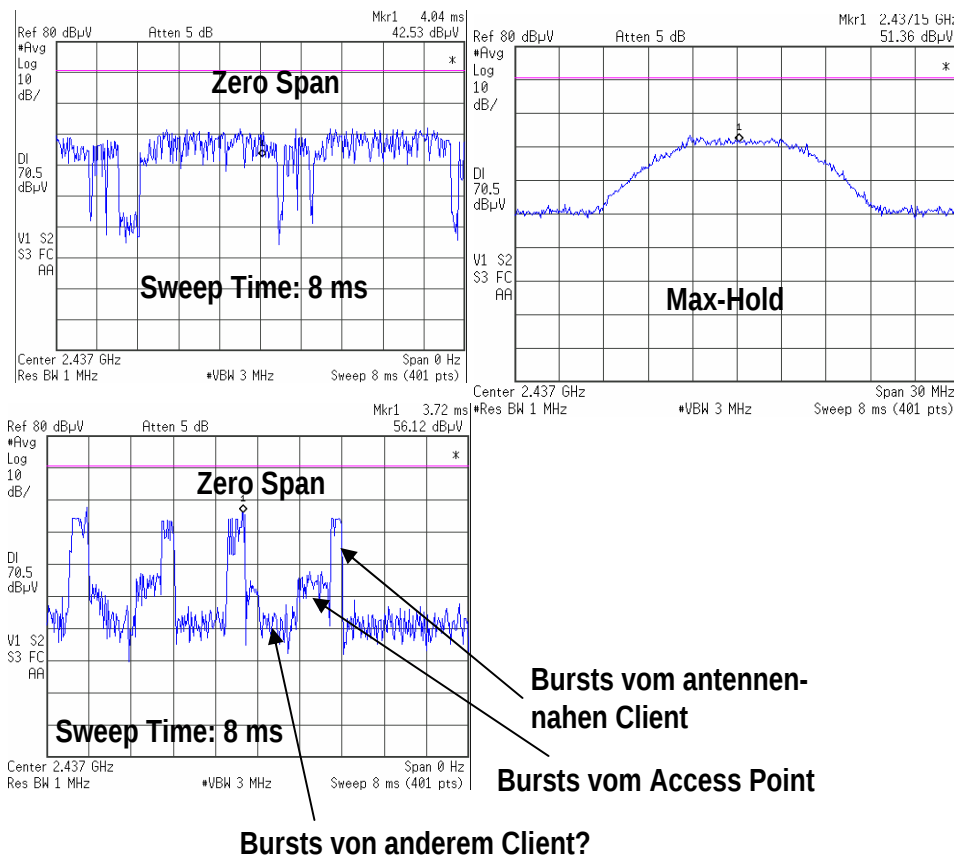
Höhe Messpositi on [cm]	Channel Power Messung	MAX- HOLD Messung	Überbewertung durch MAX- HOLD	
	E [V/m]	E [V/m]	[1]	[dB]
185	0,20	3,21	15,8	24,0
165	0,19	2,99	15,4	23,8
145	0,23	3,95	16,9	24,5
125	0,23	4,38	19,2	25,7
105	0,24	4,39	18,1	25,2
85	0,28	4,59	16,3	24,2
Raum- Mittelwert	0,23	3,92	40,7	24,6

* Schwankungsbreite der Feldstärke im Channel Power Modus (20 s Beobachtungszeit): $\pm 2\text{dB} \dots \pm 3\text{dB}$

Referenzwert nach ICNIRP (> 2 GHz): 61 V/m

Immissionsmessungen in realen Szenarien ⁽⁶⁾

- **Ergebnisse der WLAN-Messungen:** Arbeitsplatz 2 (2-3 m Distanz zu AP):
File Transfer von einem antennen-nahen Client über den Access Point ins Backbone Netzwerk



Höhe Messpositi on [cm]	Channel Power Messung	MAX- HOLD Messung	Überbewertung durch MAX- HOLD	
	E [V/m]*	E [V/m]	[1]	[dB]
185	0,37	0,94	2,6	8,2
165	0,32	0,78	2,5	7,9
145	0,34	1,22	3,6	11,0
125	0,27	1,48	5,5	14,9
105	0,35	0,99	2,9	9,2
85	0,32	1,46	4,6	13,3
Raum- Mittelwert	0,33	1,15	3,5	10,9

* Schwankungsbreite der Feldstärke im Channel Power Modus
(20 s Beobachtungszeit): $\pm 2\text{dB} \dots \pm 3\text{dB}$

Referenzwert nach ICNIRP (> 2 GHz): 61 V/m

Expositionsbeurteilung (1)

(bei DECT, WLAN, Bluetooth)

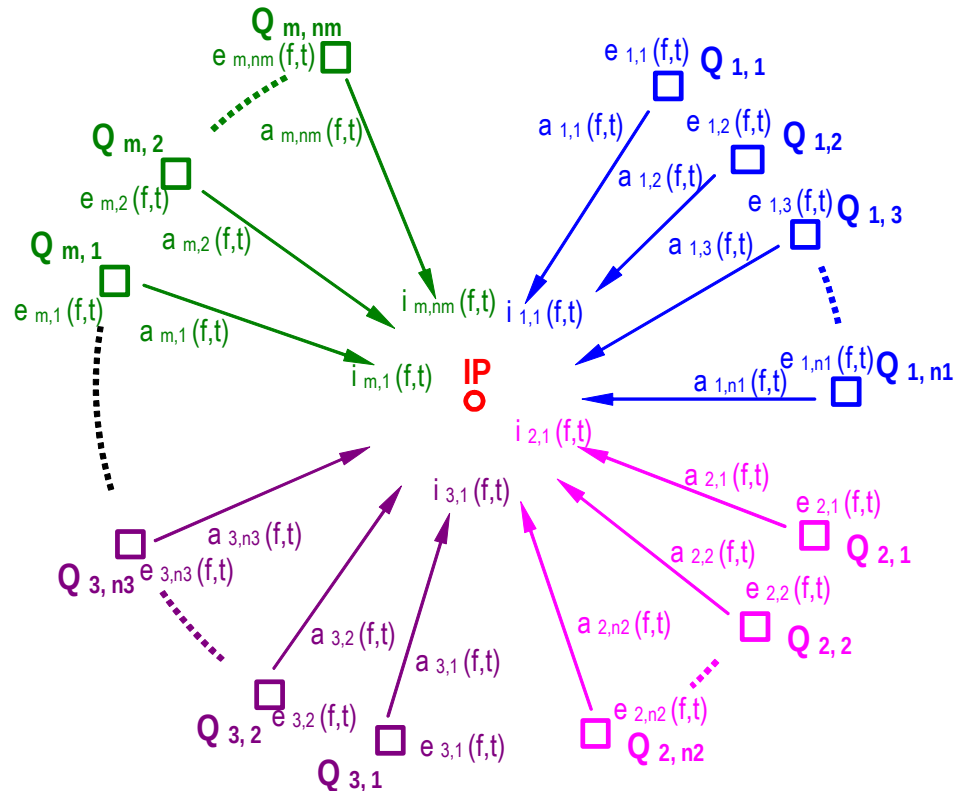
- Einfache ‚WORST CASE‘ – Messungen
 - **große Überbewertung** der tatsächlichen (über 6 Minuten gemittelten) Exposition
 - Publikation allein solcher Messwerte fragwürdig (Risikokommunikation, Risikowahrnehmung)
 - zumindest ungefähre Angabe über typischerweise zu erwartende Exposition wünschenswert
- Channel Power-Langzeitmessungen (Monitoring)
 - genaueste Möglichkeit
 - großer Aufwand
- Statistische Modellierung der Immissionen auf Basis von WORST CASE -Messungen
 - WORST CASE (Burstpeak-Messungen) oder numerisch ermittelte WORST CASE Immissionen der am meisten relevanten Quellen
 - statistische Modellierung des Sendeverhaltens der einzelnen Quellen
 - flexible Bestimmung der Exposition unter verschiedenen Bedingungen

Expositionsbeurteilung (2)

(bei DECT, WLAN, Bluetooth)

■ Implementierung eines Bewertungsmodells in MATLAB

$$i_{res}(t) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{ni} \frac{i_{i,j}(f,t)}{GW_{i,j}(f)}$$

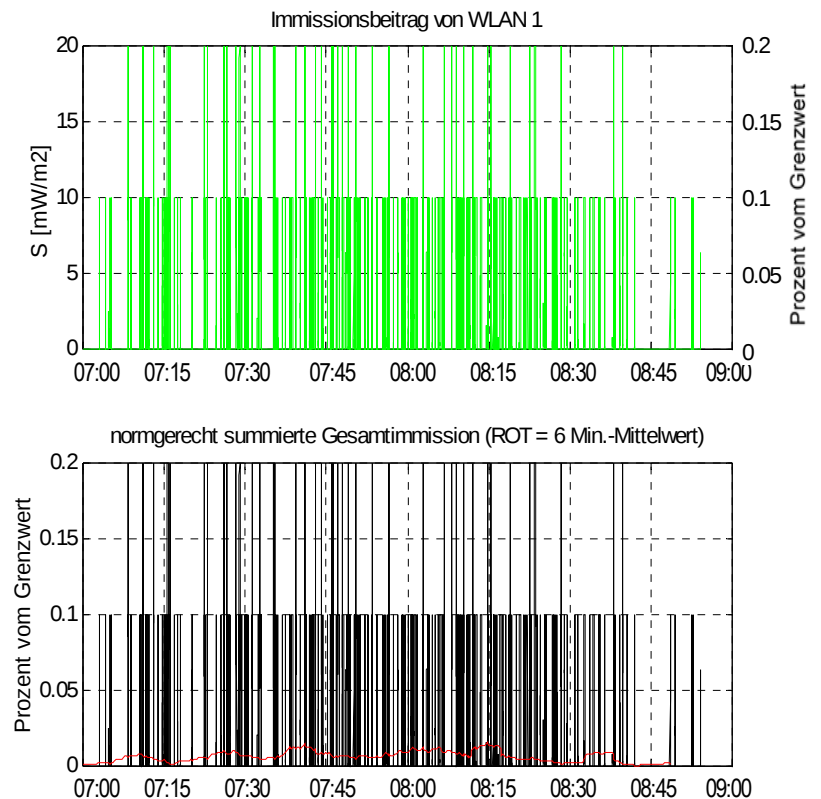


Expositionsbeurteilung (3)

(bei DECT, WLAN, Bluetooth)

■ Beispiel

WLAN System: 1 Access Point, 10 Clients					
maximale Immission (Client 1): 20 mW/m ²					
	rel. Immission	Anzahl Zugriffe	Startzeit Zugriffe	gesendete Datenmengen während der Zugriffe	Datenrate bei Zugriffen
Client 2	-10 dB	Norm. Verteilt Mittelwert : 30 Stdabw.: 20	Norm. Verteilt Mittelwer t: 8:00 Stdabw.: 30min	Norm. Verteilt Mittelwert: 2MB Stdabw.: 500kB	Norm. Verteilt Mittelw.: 2MBps Stdabw.: 1MBps
Client 3	-30 dB				
Client 4	-5 dB				
Client 5	-30 dB				
Client 6	-20 dB				
Client 7	-25 dB				
Client 8	-15 dB				
Client 9	-20 dB				
Client 10	-20 dB				
Access Point	-3 dB	aus Client Datenverkehr errechnet			



Zusammenfassung

- **Immissionen von Babyphones, drahtlose Kopfhörer, usw.**
< 0,1 ... 0,5 V/m in 1 m Abstand (< 0,1 % vom Referenzwert ICNIRP)
- **Immissionen von DECT, WLAN**
 - große Unsicherheiten bei der Bestimmung der tatsächlichen Immissionen
 - starke Überbewertung (> 20 dB) bei einfachen ‚WORST CASE‘ – Messungen möglich/üblich
 - bestmögliche Ermittlung der tatsächlichen Immissionen mittels Channel Power Messung
 - Alternative: numerische (statistische) Modellierung
 - typischerweise zu erwartende Immissionen nahe Access Points bzw. BS im Bereich < 1% vom Referenzwert; in üblichen Abständen zu AP und BS noch wesentlich darunter (vergleichbar mit Mobilfunk-Basisstationen)
- **Immissionen von Bluetooth**
 - hinsichtlich Immissionserfassung, Unsicherheiten, usw. gilt Gleiches wie bei WLAN
 - typische Immissionen wesentlich geringer als bei WLAN, weil praktisch nur Geräte kleiner Leistung (1 mW, 2,5 mW) im Einsatz

Forschungsvorhaben :

Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von Wireless LAN Einrichtungen (WLAN) in innerstädtischen Gebieten

G. Schmid¹, R. Georg²

¹ARC Seibersdorf research GmbH
Geschäftsfeld Sichere Mobilkommunikation,
A-2444 Seibersdorf, Österreich

²Dr.-Ing. Reinhard Georg,
Ingenieurbüro für Telekom-Consult, Datenschutz und Datensicherheit
D-61476 Kronberg/Taunus

Zielsetzung:

- Ermittlung der maximalen und durchschnittlichen Exposition der Bevölkerung durch WLAN-Geräte in öffentlichen Bereichen, auf Basis von numerischen Berechnungen und Messkampagnen an ausgewählten Szenarien
- Vergleich der Exposition mit jener von anderen Funkdiensten
- Erarbeitung von Maßnahmen zur Immissionsminderung
- Erarbeitung und Bewertung von Mess- und Berechnungsverfahren für die praktische Expositionsbestimmung in den EMFs dieser Technologien

Arbeitspakete:

- AP1: → Bestandsaufnahme hinsichtlich Technologie (IEEE 802.11x), Mess- und Berechnungsverfahren, verfügbarer wissenschaftlicher Arbeiten zum gegenständlichen Thema
 - Erhebung von zu untersuchenden Szenarien (Präsentation Dr. Georg)

- AP2: → Modellierung und numerische Berechnung der ausgewählten Szenarien

- AP3: → Messkampagnen
 - Gegenüberstellung Messergebnisse-Berechnungsergebnisse