



Zürich, März 2007

# Informationsblatt: Hochfrequenzfelder in Innenräumen

## 1. Vorbemerkung

Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf elektromagnetische Emissionen in Innenräumen, die durch Funkanwendungen verursacht werden. Die wichtigsten Anwendungen sind: IT-Funknetzwerke (drahtlose Internetanschlüsse, Funkverbindungen zwischen PCs und zwischen PCs und Peripheriegeräten wie Drucker, PDAs, Tastaturen, etc.), schnurlose Telefonie (GSM, UMTS, DECT, WLAN bzw. Internettelefonie), Funkheadsets, Babyphone, etc. Es werden ausgewählte Anwendungen gemäss Literatur [1] beispielhaft aufgelistet.

Für die hier diskutierten Anwendungen schreibt die Strahlenschutzverordnung (NISV; [2]) keine Grenzwerte vor. Es existieren Produktnormen, welche die Hersteller einhalten müssen. So dürfen etwa Anwendungen im Frequenzbereich 900MHz (1800MHz und höher) u.a. keine stärkeren elektrischen Felder als 40V/m (60V/m) verursachen. Bei körpernahen Anwendungen wird die durch das angrenzende Gewebe maximal absorbierte Leistung limitiert. Für Kopf und Rumpf sind das 2W/kg, für die Extremitäten 4W/kg. Die Leistungsabsorption wird für jedes einzelne Gerät in einem aufwändigen Messverfahren geprüft.

## 2. Quellen

	Frequenz (Ghz)	typische Datenrate (Mbps)	Leistungsregelung	Pulsleistung (mW)	gemittelte Leistung (mW)	Leistung Vollast (mW)	Leistung Stand-by (mW)	Pulslänge (ms)	Pulsrate (Hz)
DECT Basis	1.9	0.1	nein	250	10	60	2	0.4	100
DECT Mobil	1.9	0.1	nein	250	10	10	keine	0.4	100
Bluetooth I	2.4	0.5	ja	100	variabel	70	0.1	0.6	variabel
Bluetooth II	2.4	0.5	nein	2.5	variabel	2	0.01	0.6	variabel
Bluetooth III	2.4	0.5	nein	1	variabel	0.8	0.01	0.6	variabel
WLAN	2.4	10 od. 50	nein	100	variabel	100	0.5	keine	keine
GSM900 Mobil	0.9	0.01	ja	2000	variabel	250	<0.01	0.6	217
GSM1800 Mobil	1.8	0.01	ja	1000	variabel	125	<0.01	0.6	217

### Anmerkungen

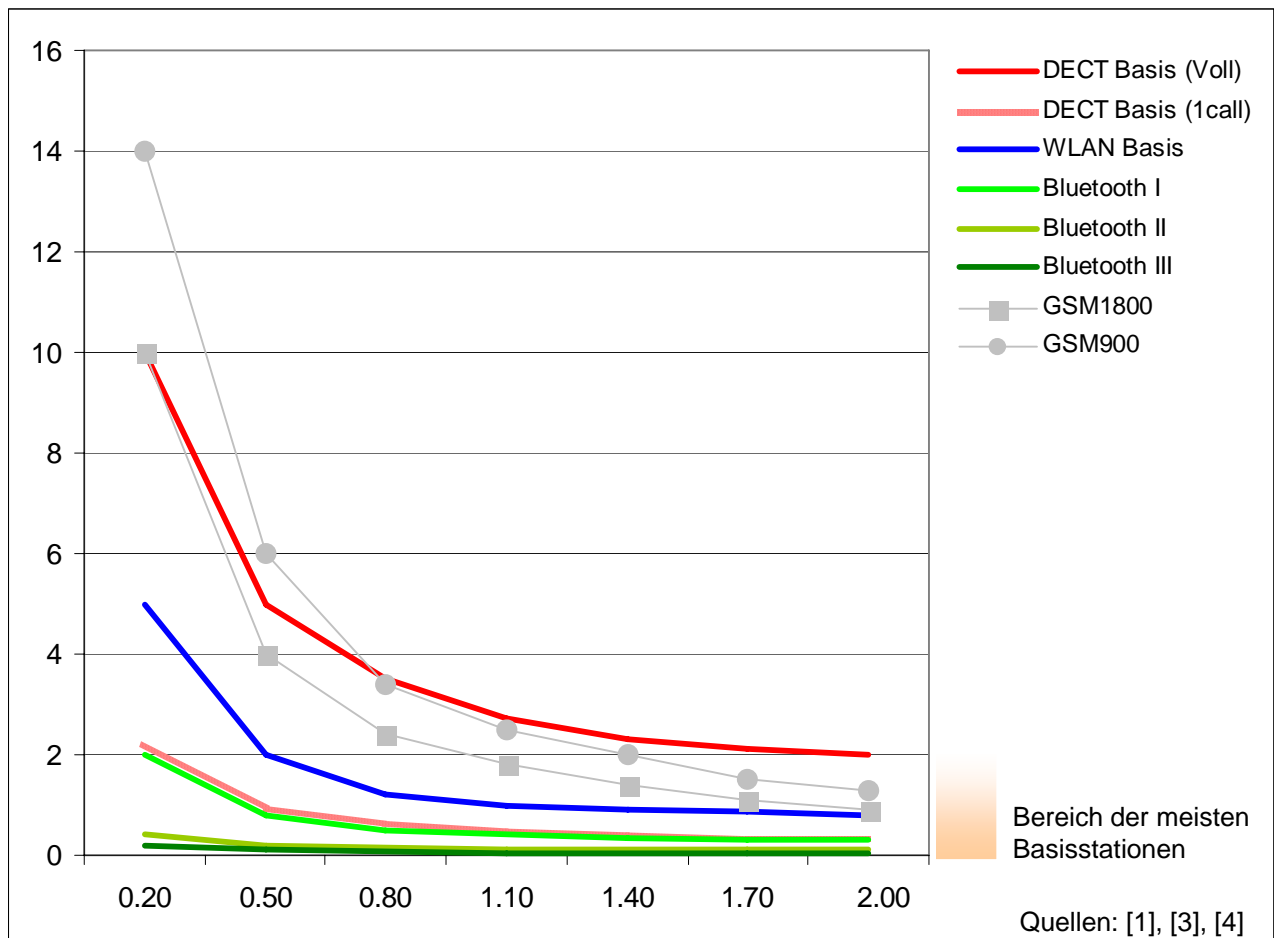
- Pulsleistung: maximal mögliche Leistung
- Gemittelte Leistung: Leistung im Normalbetrieb
- Leistung Vollast: über die Zeit gemittelte Leistung bei maximaler Sendestärke (Kanalbelegung)

## 3. Immissionen

In [1] wurden die Felder unter worst-case Annahmen (Funkanwendungen senden unter Vollast) gemessen bzw. berechnet. Bei DECT-Telefonen würde das heissen, dass 10 Gespräche gleichzeitig geführt werden. Weil diese Situation unrealistisch ist, wurden auch die Felder bei nur einem Gespräch gemessen. Für WLAN und Bluetooth sind die Immissionen bei maximalen Datenraten gemessen worden. In der Regel arbeiten die Geräte weit unterhalb des Maximums. Auch muss beachtet werden, dass mit Ausnahme von technischen Kontrollsignalen diese Funktechnologien nur dann senden, wenn Daten transferiert werden.

Die nachfolgend aufgeführten Werte wurden im IT'IS-Labor gemessen. In realen Innenräumen können sich elektromagnetische Felder anders verhalten (Reflexionen, Überlagerungen, Auslöschungen). Bei einer Messung vor Ort könnten also aufgrund lokaler Gegebenheiten Messwerte auftreten, die von den hier dargestellten abweichen.

### 3.1 Feldstärken



#### Anmerkungen:

- Vertikale Skala: elektrische Feldstärke in V/m; horizontale Skala: Abstand in Metern von der Sendeantenne
- Die Angaben müssen als Grössenordnungen der Anwendungen verstanden werden und dürfen nicht als exakte, allgemeingültige Werte interpretiert werden!
- Im stand-by Modus sind die Feldstärken von DECT-Basisstationen und von WLAN-Stationen rund 10 mal geringer als dargestellt (bei DECT in Bezug auf „1 call“).
- Die Felder von Mobilfunk Basisstationen, die man in Wohnungen misst, liegen in den allermeisten Fällen unterhalb von 1V/m. Feldstärken von über 1 V/m treten gemäss Expertenberechnungen [3] bei etwa 1% der Wohnungen auf.
- Zur Orientierung: der vorsorgliche Grenzwert in Wohnungen und Büros für Sendeanlagen mit mehr als 6W Leistung (ERP) – die hier diskutierten Anwendungen fallen nicht unter diese Regelung – beträgt für 900MHz 4V/m, für 1800MHz und mehr 6V/m.

### 3.2 Absorbierte Leistung

Für Geräte, die nahe am Körper verwendet werden (Telefone, Funkkopfhörer, Funkkarten in Laptops, etc.), darf die vom Gewebe absorbierte Leistung 2W/kg (Kopf, Rumpf) bzw. 4W/kg (Extremitäten) nicht übersteigen. Für verschiedene Anwendungen sind die SAR-Werte gemessen worden, jeweils wieder unter sog. worst-case Bedingungen (maximale Sendeleistung). Je nach Konstruktionsart variieren die Messwerte von Fabrikat zu Fabrikat markant. Entscheidend ist dabei der Abstand zwischen Antenne und Körperoberfläche.

Nachfolgend die Resultate der Messkampagne von IT'IS [1], welche im Auftrag des Bundesamtes für

Gesundheit (BAG) durchgeführt wurde. Die Resultate zeigen, dass DECT-Telefone etwa 10 mal weniger Energie im Körper deponieren als GSM und UMTS Telefone, und dass die meisten Bluetooth-Anwendungen (Klassen II und III) noch geringere Werte aufweisen als der Mobilteil eines DECT-Telefons. WLAN Anwendungen liegen in der Grössenordnung von Mobiltelefonen (GSM, UMTS). Entscheidend ist bei diesen Anwendungen die konstruktive Anordnung der Antenne. Wenn die Antenne ins Gerät integriert ist, dann liegen die Werte im Bereich von DECT-Mobiltelefonen.

	10g-SAR (W/kg)
DECT Mobil	0.01 - 0,05
Bluetooth I	0.5
Bluetooth II	0.01
Bluetooth III	0.001
WLAN Peripherie	0.1 - 0.8
GSM Mobiltelefone	0.1 - 2

Quellen: [1], [5]

### 3.3 Weitere Geräte

Funk-Babyphone sind eine weitere Quelle elektromagnetischer Felder in Innenräumen. Es gibt verschiedene Fabrikate die auf unterschiedlichen Frequenzen senden (um 30, 40, 400, 800MHz). Messungen von IT'IS [1] haben ergeben, dass die Feldstärken je nach Fabrikat stark variieren und in der Nähe der Sendeantenne die Grössenordnung der Anlagegrenzwerte erreichen können. Es wird deshalb empfohlen, die Geräte 1m oder mehr vom Kind entfernt aufzustellen. Zu berücksichtigen ist auch, dass die meisten Geräte nur dann senden, wenn ein minimaler Geräuschpegel überschritten wird. Wenn das Kind schläft, wird in der Regel nicht gesendet.

Weitere Hinweise auf Immissionen finden sich in der lesenswerten BAFU-Broschüre [6]. Für eine weniger detaillierte und technische Einführung siehe auch [7].

## 4. Verwendete Literatur

- [1] Kramer, A. et al. (2005): Development of Procedures for the Assessment of Human Exposure to EMF from Wireless Devices in Home and Office Environments;  
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00921/00922/index.html?lang=de&download=M3wBUQCu/8ulmKDu36WenojQ1NTTjaXZnqWfVpzLhmfnapmmc7Zi6rZnqCkkINofHaCbKbXrZ2IhtTN34al3p6YrY7P1oah162apo3X1cjYh2+hoJVn6w>
- BAG (Bundesamt für Gesundheit; 2007): Risikopotenzial von drahtlosen Netzwerken;  
<http://www.bag.admin.ch/wlan-bericht>
- [2] Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung – NISV (1999)  
<http://www.admin.ch/ch/d/sr/8/814.710.de.pdf>
- [3] Lehmann, H. et al. (2004): General public exposure to electromagnetic fields generated by mobile phone base stations;  
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00921/00922/index.html?lang=de&download=M3wBUQCu/8ulmKDu36WenojQ1NTTjaXZnqWfVpzLhmfnapmmc7Zi6rZnqCkkIV0gHiDbKbXrZ2IhtTN34al3p6YrY7P1oah162apo3X1cjYh2+hoJVn6w>
- [4] Berechnung GSM Telefone: FSM
- [5] <http://www.handywerte.de/>
- [6] Elektrosmog in der Umwelt. <http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/php60wKQV.pdf>
- [7] Elektrosmog im Alltag. [http://www.emf-info.ch/d/pdf/emf-info\\_broschuere.pdf](http://www.emf-info.ch/d/pdf/emf-info_broschuere.pdf)