



BUNDESMINISTERIUM  
FÜR GESUNDHEIT

# WLAN – Wireless Local Area Network Übersicht

Diese Information wurde von der Arbeitsgruppe zur gesundheitlichen Bewertung elektromagnetischer Felder des BMG erstellt

# Wireless Local Area Network (WLAN)

## Was ist WLAN?

**Wireless Local Area Networks (WLANs) sind eine auf Funktechnik basierende Alternative zu kabelgebundenen Datennetzwerken (wie z.B. Ethernet), die sich in den vergangenen Jahren etabliert haben.**

Der Einsatz von WLANs beschränkt sich jedoch nicht nur auf Datennetzwerke innerhalb von geschlossenen Organisationseinheiten (wie z.B. Firmen-Intranet), sondern WLANs werden seit mehreren Jahren immer mehr auch für die private Internetanbindung eingesetzt. Aus praktischer Sicht sind derzeit vor allem die folgenden zwei Nutzungsszenarien von WLAN anzutreffen:

Private (Insel-)Netze: Verwendung von WLAN zur kabellosen Verbindung mehrerer Computer bzw. Server (z.B. im Haushalt, in Büros, in Krankenhäusern, ...).

Öffentliche Anbindung ans Internet: Hier werden von Anbietern WLAN Access Points (sogenannte „Hot Spots“) betrieben, über die sich (mit entsprechender Hard-<sup>1)</sup> und Software ausgerüstete) Kunden ins Internet einwählen können. Unter dem Begriff „Anbieter“ sind dabei nicht nur professionelle Netzbetreiber, sondern auch andere Wirtschaftstreibende zu verstehen, wie z.B. Internet-Cafes, Hotels, Bahnhöfe, Flughäfen, usw.

## Technische Grundlagen und Funktionsweise

Unter dem eigentlich allgemeinen Begriff „WLAN“ werden heute praktisch ausschließlich Systeme verstanden, die in der Standard-Reihe IEEE 802.11 des US-amerikanischen „Institute of Electrical and Electronics Engineers“ (IEEE) definiert sind. Entwicklungsgeschichtlich bedingt sind in Europa gegenwärtig hinsichtlich der technischen Spezifikationen (wie z.B. Frequenzbereich, Übertragungsverfahren, Sendeleistung) leicht unterschiedliche WLAN-Geräte zugelassen. Die derzeit am meisten verbreiteten Geräte entsprechen den Standards IEEE 802.11b (Datenübertragungsrate max. 11 Mbit/s) und IEEE 802.11g (Datenübertragungsrate max. 54 Mbit/s). Diese Geräte arbeiten im Frequenzbereich zwischen 2,40 und 2,48 GHz mit einer maximal zulässigen Sendeleistung von 100 Milliwatt. Geräte nach dem neueren Standard IEEE 802.11n (Sendefrequenzbereich 5,15 bis 5,83 GHz, Sendeleistung max. 200 Milliwatt) sind derzeit noch nicht weit verbreitet, werden in Zukunft aber wahrscheinlich vermehrt eingesetzt.

Allen genannten WLAN-Standards gemeinsam ist das grundlegende Prinzip der Organisation des Datenverkehrs im Netzwerk. Diese übernimmt in einem WLAN der sogenannte Access Point (AP). Zu Synchronisations- und Organisationszwecken sendet der AP, auch wenn kein Datenaustausch zwischen den am Netzwerk beteiligten Endgeräten (Clients) stattfindet, alle 100 Millisekunden (100 ms = 0,1 Sekunden) einen sogenannten Beacon aus (kurzes zirka 0,2-0,3 ms dauerndes Hochfrequenz-„Paket“). Steht kein eigens definierter AP zur Verfügung, kann seine Rolle auch von einem im Netzwerk befindlichen Client übernommen werden. Man spricht in letzterem Fall von einem „Ad hoc“ Netzwerk (im Gegensatz zu einem sogenannten „Infrastrukturnetzwerk“ bei Vorhandensein eines dezidierten APs). Abbildung 1 zeigt schematisch ein Beispiel für den parallelen Betrieb von WLANs.

---

<sup>1)</sup> z.B. Notebook mit WLAN Einsteckkarte bzw. Notebook mit bereits integriertem WLAN-Modul

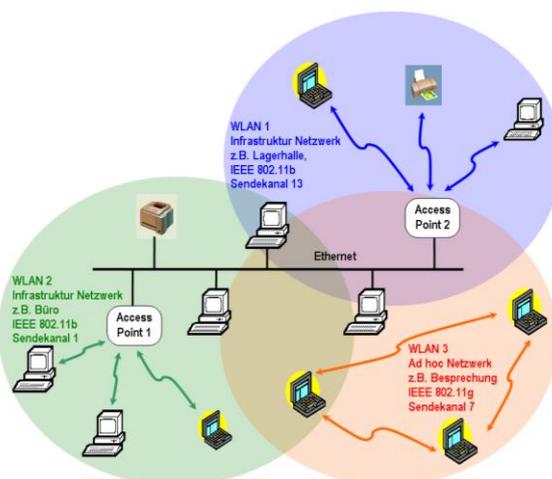


Abbildung 1

Im Frequenzbereich von 2,40 - 2,48 GHz können gleichzeitig 3 unterschiedliche WLANs betrieben werden. Um gegenseitige Störungen zu verhindern, muss jedes der 3 WLANs auf einem anderen Frequenzkanal (mit ausreichendem Frequenzabstand zu den anderen WLANs) arbeiten. Innerhalb eines WLANs senden alle Geräte mit derselben Frequenz. Um einen geordneten Ablauf des Datenverkehrs in einem WLAN zu gewährleisten, sind von den einzelnen WLAN-Geräten genau definierte „Spielregeln“ einzuhalten. Besonders wichtig dabei ist die Vermeidung des gleichzeitigen Sendens zweier oder mehrerer WLAN-Geräte desselben Netzes. Dazu ist es notwendig, dass jedes Gerät, das Daten senden möchte, vorher in den Funkkanal „hinhört“, und nur wenn der Funkkanal „frei“ ist, d.h. gerade von keinem anderen Gerät im gleichen Netzwerk benutzt wird, darf das Gerät seine Daten senden. Für den zeitlichen Verlauf der HF-Emissionen eines WLAN-Gerätes bedeutet dies, dass keine kontinuierliche Abstrahlung von Sendeleistung vorliegt, sondern HF-Pakete (Bursts) abgegeben werden (Abbildung 2).

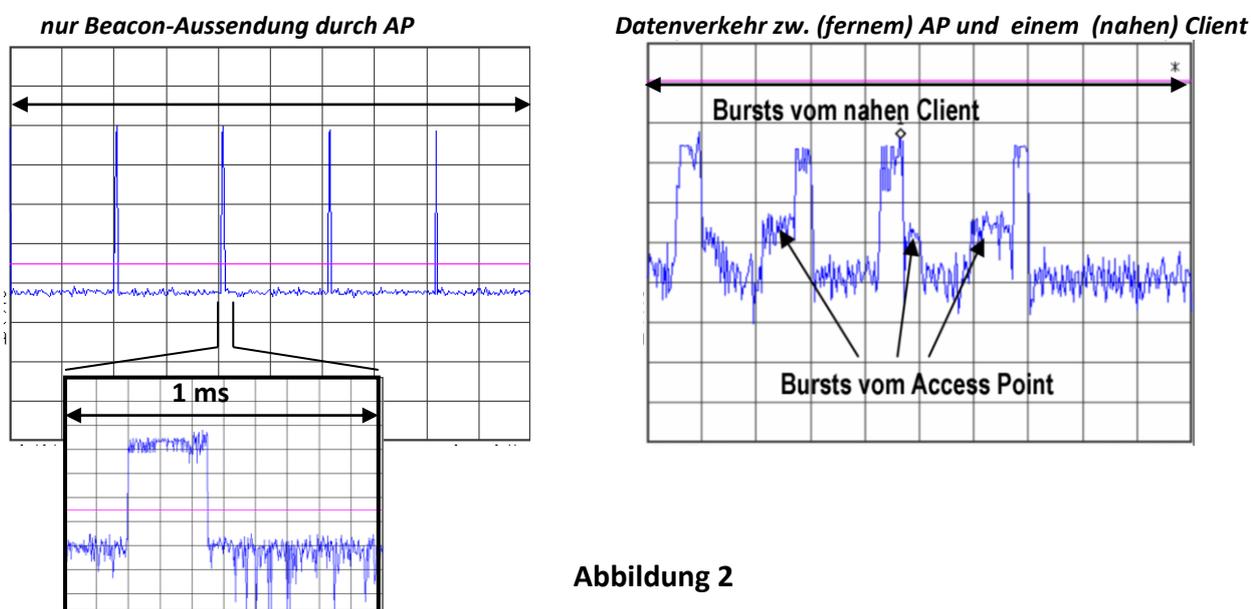


Abbildung 2

## Was ist WiFi?

Oftmals wird im Zusammenhang mit WLAN-Produkten der Begriff „WiFi“ verwendet bzw. sind WLAN-Geräte oftmals mit dem „WiFi“-Logo ausgestattet. „WiFi“ steht für „Wireless Fidelity“ und kennzeichnet Produkte, die zertifiziert nach den genannten Standards der Reihe IEEE 802.11 arbeiten.

Das heißt, WLAN-Geräte mit „WiFi“-Logo arbeiten nicht (wie teilweise von Laien behauptet) nach anderen Funktionsprinzipien als „herkömmliche“ WLAN-Geräte, sondern sie arbeiten exakt, nämlich zertifiziert, nach IEEE 802.11. Die meisten namhaften WLAN-Gerätehersteller lassen Ihre Produkte „WiFi“-zertifizieren, da dies dem Kunden Sicherheit hinsichtlich Kompatibilität von Geräten unterschiedlicher Hersteller gibt und damit ein wichtiges Marketingargument darstellt.

## Elektromagnetische Exposition von Personen durch WLAN-Geräte

Die von WLAN-Geräten zum Zweck des Datenaustauschs ausgesendeten elektromagnetischen Wellen (elektromagnetische Felder, Funkwellen) verursachen zwangsläufig eine Exposition von Personen im Umgebungsbereich der Geräte. Grundsätzlich gilt, dass die Exposition umso geringer ist, je größer die Distanz zu den einzelnen am Funkverkehr teilnehmenden Geräten ist. Diese einfache Grundregel gilt jedoch nicht immer ganz streng, da sich in der Praxis aufgrund von komplizierten Ausbreitungsphänomenen der elektromagnetischen Wellen (Reflexion, Streuung, Beugung, Absorption, Dämpfung) häufig etwas kompliziertere Verhältnisse einstellen. Zudem muss berücksichtigt werden, dass (wie oben erwähnt) WLAN-Geräte eines WLAN-Netzes (auf einer Frequenz) nicht gleichzeitig elektromagnetische Felder aussenden, sondern zeitlich hintereinander.

Wie oft innerhalb einer gewissen Zeitspanne ein WLAN-Gerät Datenpakete (HF-Bursts) absendet, hängt wieder von seiner gerade vorliegenden Beteiligung am Datenverkehr im Netzwerk ab. Die von einem WLAN verursachten elektromagnetischen Immissionen an einem bestimmten Ort setzen sich demnach aus den Einzelbeiträgen aller aktiven WLAN-Geräte im Netz zusammen. Die für die Exposition von Personen relevanten HF-Immissionen werden daher in der Praxis sowohl räumlich als auch zeitlich relativ großen Schwankungen unterworfen sein. Abbildung 3 illustriert dies anhand eines einfachen Beispiels. Bei der Messung und Bewertung von elektromagnetischen WLAN-Immissionen ist es daher wichtig, zwischen zeitlich gemittelten Immissionswerten und Spitzenwerten zu unterscheiden um objektivierbare Aussagen treffen zu können.

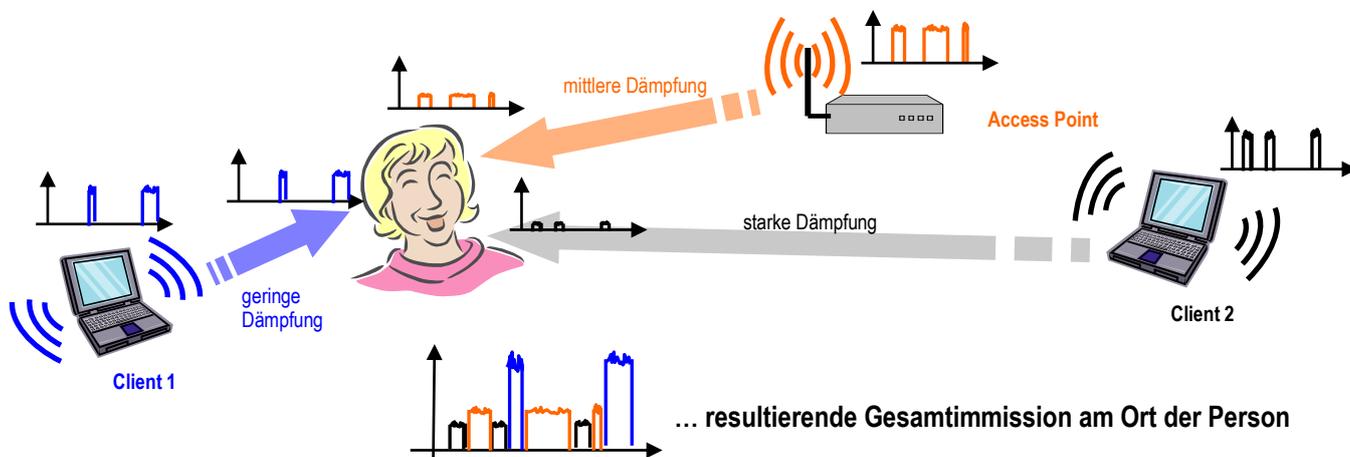


Abbildung 3

Für übliche Datenverkehrssituationen in WLANs kann davon ausgegangen werden, dass die zeitlich – über 6 Minuten<sup>2)</sup> – gemittelten Immissionswerte deutlich unterhalb von 30-40% der Spitzenwerte liegen [1]. In Extremfällen sind Werte bis zu zirka 80-90% der Spitzenwerte möglich.

<sup>2)</sup> Die zeitliche Mittelung der Immissionen über 6 Minuten basiert auf thermophysiologischen Überlegungen. Gemäß der EU-Ratsempfehlung 519/EG/1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern ist im Frequenzbereich oberhalb von 10 MHz eine zeitliche Mittelung der Immissionsgrößen über 6 Minuten vor dem Vergleich mit den Referenzwerten durchzuführen.

## Intensität der Immissionen

Es existieren bisher einige Veröffentlichungen, die quantitative Angaben über das Ausmaß von WLAN-Immissionen machen, allerdings basieren nur wenige davon (z.B. [1]-[4]) auf einer adäquaten Messtechnik. Leider existiert in anderen Veröffentlichungen eine Vielzahl von Messdaten, die unter Anwendung falscher oder unzulänglicher Methoden erhoben wurden und daher meistens unrealistisch hohe Immissionen ausweisen.

Unter Zugrundelegung des oben hinsichtlich des Zeitverlaufs der Immissionen Gesagten, ist die Größe der zeitlichen Immissionspitzenwerte vor allem von der Distanz des Immissionsortes zum nächstgelegenen aktiven Gerät abhängig. Zeitmittelwerte der Immissionen hängen zusätzlich vom Datenverkehr im Netz ab.

Aus bisher vorliegenden wissenschaftlichen Untersuchungen und physikalischen Überlegungen, können die in Tabelle 1 zusammengefassten maximal zu erwartenden Immissionen durch WLAN-Geräte abgeleitet werden. In üblichen Situationen, liegen vor allem die zeitlich gemittelten Immissionen deutlich unterhalb der in Tabelle 1 angeführten Werte.

Distanz zum WLAN-Gerät	max. zu erwartender Spitzenimmissionswert	max. zu erwartender 6-Minuten Zeit- Mittelwert (Extremfall)	im Vergleich zum Richtwert nach ICNIRP <sup>3)</sup> (10000 mW/m <sup>2</sup> )
30 cm	zirka 90 mW/m <sup>2</sup>	zirka 80 mW/m <sup>2</sup>	zirka 0.8%
1 m	zirka 8 mW/m <sup>2</sup>	zirka 7 mW/m <sup>2</sup>	zirka 0,07%
10 m	zirka 0,08 mW/m <sup>2</sup>	zirka 0,07 mW/m <sup>2</sup>	zirka 0,0007%
100 m	zirka 0,0008 mW/m <sup>2</sup>	zirka 0,0007 mW/m <sup>2</sup>	zirka 0,000007%

**Tabelle 1**

Bei körpernahe Betrieb (z.B. Laptop mit aktiviertem WLAN-Client auf den Oberschenkeln) zeigten Untersuchungen Expositionswerte, die mit jenen von Mobiltelefonen vergleichbar sind.

## Gesundheitliche Aspekte und Vorsorgemaßnahmen

Nach heutigem wissenschaftlichem Kenntnisstand liegen keine Beweise für ein gesundheitliches Risiko durch die von WLAN-Geräten ausgesendeten hochfrequenten elektromagnetischen Felder vor. Angesichts der in den hauptsächlichen Forschungsbereichen noch bestehenden offenen Fragen empfiehlt der Oberste Sanitätsrat eine vernünftig-vorsorgliche Umgangsweise mit Mobilfunkanwendungen.

Wer im Sinne einer persönlichen Vorsorge seine Exposition verringern möchte, dem stehen folgende Verhaltensregeln zur Verfügung:

- WLAN-Clients (z.B. auf Laptops) nur dann aktivieren, wenn sie auch tatsächlich benützt werden, d.h. wenn tatsächlich die Absicht besteht sich mit dem Netzwerk bzw. Internet zu verbinden.
- Bei aktiviertem WLAN-Client (insbesondere beim Senden von Daten), das WLAN-Gerät (z.B. Laptop) nicht unmittelbar am Körper halten (z.B. nicht auf dem Oberschenkeln platzieren).
- Bei WLAN-Geräten ohne Sendeleistungsregelung (IEEE 802.11b, IEEE 802.11g) Distanz zu Access Points vergrößern (z.B. besser am Bücherregal in einiger Entfernung als unmittelbar am oder unter dem Schreibtisch). Bei Geräten nach WLAN-Standard IEEE 802.11h ist diese Maßnahme aufgrund der Sendeleistungsregelung nur bedingt sinnvoll, da eine Vergrößerung der Distanz zwischen Access Point und Client zumindest teilweise durch erhöhte Sendeleistung der Geräte

<sup>3)</sup> ICNIRP International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (Internationale Kommission zum Schutz vor Nichtionisierender Strahlung). Neben diesen Richtwerten existieren in verschiedenen Ländern auch davon abweichende Empfehlungen für die Begrenzung der Exposition.

wieder ausgeglichen wird. Eine Optimierung der Sendeleistung kann in diesem Fall nur durch einen Fachmann erfolgen.

- WLAN-Geräte mit höherer maximaler Datenrate verwenden (z.B. IEEE 802.11g statt IEEE 802.11b), da zur Übertragung der gleichen Datenmenge verhältnismäßig weniger Zeit benötigt wird und damit die durchschnittliche Expositionsdauer und in weiterer Folge die zeitlich gemittelte Exposition reduziert wird.
- WLAN-Geräte immer nur mit der Original-Antenne verwenden. Das Anbringen von Antennen mit höherem Antennengewinn als die Original-Antenne, kann zu massiver Erhöhung der Exposition führen (und davon abgesehen zu einer Verwaltungsübertretung im Hinblick auf die Frequenznutzungsverordnung).

## Literatur

- [1] Myhr Johan: Measurement method for the exposure to electromagnetic field strength from WLAN systems, Master of Science Thesis, Department of Electromagnetics, Chalmers University, Göteborg, Sweden 2004
- [2] Schmid G, Lager D, Preiner P; Bestimmung der Exposition bei Verwendung kabelloser Übermittlungsverfahren in Haushalt und Büro. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms, Juli 2005, [http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/dosimetrie/dosimetrie\\_abges/dosi\\_030\\_AB.pdf](http://www.emf-forschungsprogramm.de/forschung/dosimetrie/dosimetrie_abges/dosi_030_AB.pdf)
- [3] Preiner P, Schmid G, Lager D, Georg R; Bestimmung der realen Feldverteilung von hochfrequenten elektromagnetischen Feldern in der Umgebung von Wireless LAN-Einrichtungen (WLAN) in innerstädtischen Gebieten, Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben im Rahmen des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms
- [4] Kramer A, Kuehn S, Lott U, Kuster N; Assessment of human exposure by electromagnetic radiation from wireless devices in home and office environment. Platform Presentation at the BioEM 2005, June 20.-24., 2005, Dublin, Ireland, Abstract Book pp. 29-31

## Glossar

### GHz

Abkürzung für Gigahertz. Die Maßeinheit Hertz ist die internationale Einheit der Frequenz und wird zur Angabe der Anzahl der Schwingungen pro Sekunde verwendet. Die Vorsilbe Giga steht für 1 Milliarde (=1.000.000.000). Das heißt, eine physikalische Größe der Frequenz von beispielsweise 3,4 GHz vollführt 3,4 Milliarden Schwingungen pro Sekunde.

**Impressum:**

**Herausgeber, Medieninhaber und Hersteller:**

Bundesministerium für Gesundheit, Sektion III  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

**Für den Inhalt verantwortlich:**

Prof. MedR Dr. Hubert Hrabcik, Leiter der Sektion III

In der vorliegenden Broschüre finden Sie Verhaltensmaßregeln und fachliche Hintergrundinformationen zum vernünftigen Gebrauch von WLAN-Geräten. Diese Information wurde von der Arbeitsgruppe zur gesundheitlichen Bewertung elektromagnetischer Felder des BMG zur Verfügung gestellt.