

WLAN – Das drahtlose „Überallnetzwerk“

Was ist ein WLAN?

Ein WLAN (Wireless Local Area Network, lokales Funknetzwerk) dient zur drahtlosen Vernetzung von mehreren Personal Computern (PC) oder tragbaren Notebooks, um die Verlegung von Kabeln zu sparen. Ferner ermöglicht es über einen so genannten Access Point (Zugangspunkt, Zugangs-Knoten) den drahtlosen Zugang zu Internet, Email usw. oder zu einem vorhandenen drahtgebundenen Netzwerk, wie es z.B. in Firmen oder Behörden häufig vorzufinden ist (Intranet).

Die Komponenten eines WLAN sind dementsprechend der stationäre Access Point – der etwa die Funktion einer Basisstation übernimmt, wie man sie vom Mobilfunk her kennt – und die mobilen (Notebook) oder stationären (PC) Computer (vgl. Abbildungen 1 bis 3). Notebooks werden üblicherweise mit einer so genannten WLAN PC-Card ausgerüstet, die einfach in einen der vorhandenen PC(MCIA)-Karten-Schlitze gesteckt wird. Für PCs und Notebooks gleichermaßen geeignet sind externe WLAN-USB-Adapter, die über einen USB-Anschluss mit dem Computer verbunden werden. Außerdem können PCs mit einem entsprechenden internen WLAN-Einschub (PCI) ausgerüstet werden.

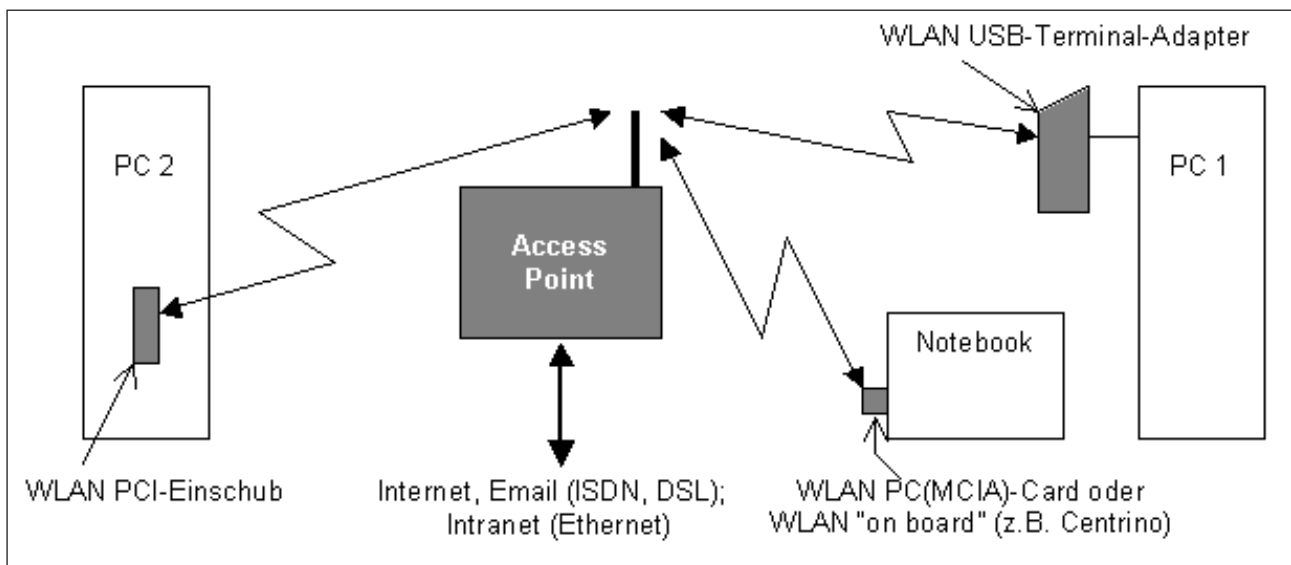


Abb. 1: Prinzipieller Aufbau eines WLAN (Access Point und drei verschiedene Teilnehmer)



Abb. 2: Beispiele für WLAN Access Points



Abb. 3: Beispiele für WLAN PC-Cards (vorne links und seitlich im Notebook) sowie WLAN USB-Terminal-Adapter (hinten)

Neuere Notebooks sind zumeist schon mit einem WLAN-Modul „on board“, d.h. als fester Bestandteil auf der Hauptplatine, ausgerüstet (z.B. Centrino-Technologie).

Bei der Systemkonfiguration mit Access Point handelt es sich um eine hierarchische Netzwerk-Struktur, in welcher der Access Point „das Sagen“ hat. Und dies tut er auch, selbst im Bereitschaftszustand, wenn keiner der Teilnehmer aktiv ist. Dann sendet der Access Point ständig ein periodisch gepulstes Bereitschaftssignal aus; die Pulsfrequenz beträgt etwa 10 Hertz, in selteneren Fällen ca. 15 Hertz. Die Abwicklung des Datenverkehrs mit aktiven Teilnehmern erfolgt ebenfalls gepulst, aber mit höheren Pulsfrequenzen. Periodisch gepulste Hochfrequenz kommt auch bei den GSM-Mobilfunksystemen zum Einsatz, und u.a. aus diesem Grund werden sie besonders kritisch gesehen, da die periodische Pulsung im Verdacht steht, spezielle biologische Effekte zu verursachen und damit besondere gesundheitliche Risiken zu bergen.

Die Entfernung zwischen Access Point und den drahtlos angeschlossenen Computern darf innerhalb von Gebäuden üblicherweise einige zehn bis maximal hundert Meter betragen. Mit stark bündelnden Richtantennen können im Freien mehrere hundert Meter bis hin zu einigen Kilometern überbrückt werden.

Die maximal zulässige so genannte äquivalente isotrope Strahlungsleistung EIRP (d.h. Senderausgangsleistung plus Berücksichtigung der Antennen-Richtwirkung) beträgt 100 mW; im oberen 5 GHz-Band (5,470–5,725 GHz) sind für Outdoor-Anwendungen (im Freien) bis zu 1.000 mW EIRP zulässig.

Warum erfreuen sich WLANs immer größerer Beliebtheit?

WLANs erscheinen erst einmal einfach praktisch. Man kann sich ein Netzwerk einrichten, ohne Kabel verlegen und dabei ggf. Mauern durchbohren oder Schlitze klopfen zu müssen. Ganz ohne Baustellendreck!

Dazu kommt der allgemeine Preisverfall, den WLANs in den letzten Jahren erlebt haben; eine Grundkonfiguration von Access Point und PC-Card ist heute schon für 100–150 Euro zu haben. Und zwar problemlos, das Marktangebot ist in Fülle vorhanden.

Schließlich ist der laufende Betrieb eines WLAN kostenlos, da die Systeme in lizenzfreien Frequenzbändern arbeiten: Diese Frequenzbereiche sind für nicht lizenzierte Funkanwendungen frei gegeben; d.h. sie dürfen von jedermann kostenlos benutzt werden, so lange er Geräte verwendet, die die gesetzten technischen Randbedingungen einhalten. Die Anmeldung bei einer Behörde (Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, kurz Bundesnetzagentur) und die Zahlung einer Nutzungsgebühr sind nicht erforderlich. Wer sich ein WLAN kauft und installiert, kann gleich „loslegen“.

WLANs sind mittlerweile an einer ganzen Reihe von so genannten Hot Spots installiert, also Orten, an denen sich viele Menschen aufhalten – die ihr Notebook oder ihren Organizer bzw. Palmtop mitgebracht haben – und von denen man vermutet, dass sie dort ein dringendes Bedürfnis nach Surfen im Internet und dem Versenden und Empfangen von Emails haben. Dies sind vorzugsweise Warteräume in Flughäfen und Hotels, Cafés und Restaurants an zentralen Plätzen oder ganze Universitätsgelände.



Abb. 4: Beispiel für eine der Umgebung angepasste WLAN-Antenne im Fast Food-Restaurant (Foto: Huber + Suhner)

Um die Antennen der WLAN Access Points dem jeweiligen Ambiente anzupassen, wenden die Hersteller gerne ihr gesamtes, schier unerschöpflich scheinendes Kreativitätspotential auf (Abbildung 4).

Mittlerweile wird auch der Einsatz an Schulen für den PC-Unterricht immer beliebter, oder um den Schülern auch während der Schulzeit jederzeit den Zugriff auf Internet und Email zu ermöglichen.

Doch damit nicht genug. „Die Unterhaltungselektronik verschmilzt mit dem PC und dem Internet: Draht- und Funkverbindungen ermöglichen es, dass MP3-Musik, digitale Urlaubsbilder, TV-Mitschnitte und DVD-Spielfilme in der ganzen Wohnung oder im Haus zu hören und zu sehen sind. Was in der Computerwelt längst üblich ist, etabliert sich zunehmend auch im

Entertainment-Bereich: Kabelnetzwerke und drahtlose WLAN-Lösungen verbinden die Geräte und ermöglichen so ein vollständig vernetztes Heim. Schnittstellen für den Aufbau eines Netzwerks gibt es mit der IFA 2003 (Internationale Funkausstellung, Berlin) auch in Heimkino-Anlagen, in DVD-Playern, in Festplatten-Videorecordern, in Multimedia-Fernsehern und in speziellen Medienreceivern. Sie dekodieren praktisch alles, was andere Geräte im Netz an Bild und Ton anbieten, und leiten es an konventionelle Fernseher oder HiFi-Anlagen weiter. Wer etwa Filme und Musikdateien auf seinem PC gespeichert hat, kann künftig über Netzwerk-taugliche Wiedergabegeräte überall in der Wohnung darauf zugreifen.“ [1]

„Die Integration der Unterhaltungselektronik ist dabei nicht die letzte Bastion: Auch für den Gütersloher Hausgerätehersteller Miele ist Heimvernetzung längst kein Fremdwort mehr. Integriert in eine Einbauküche hat das Unternehmen im Frühjahr das Terminal „Miele@home“ (sprich: „Miele at home“) zur Steuerung von Hausgeräten vorgestellt. Nicht nur Waschmaschine, Spülmaschine und Kühlschrank, auch die Heizung und die Schließanlage können künftig über den Miele-Zentralrechner gesteuert werden.“ [1]

Und schließlich werden in jüngster Zeit WLANs im Outdoor-Betrieb auch dazu benutzt, den schnellen Internetzugang per DSL dort drahtlos zu realisieren, wo keine leitungsgebundene Infrastruktur vorhanden ist und ihre Errichtung sich aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte wirtschaftlich nicht lohnt [2].

Strahlungsbelastungen durch WLANs

Zu den Immissionen von WLANs bzw. ihren Komponenten liegen drei umfangreichere Untersuchungen vor, die im Folgenden näher betrachtet werden:

- TEST WLAN-Hotspots, ÖKO-TEST Magazin Nr. 11, November 2002 [3]
- Universität Bremen 2001: Gutachten zur EMVU-Belastung durch das WLAN [4]
- TEST WLAN-Zugangsknoten, ÖKO-TEST Magazin Nr. 10, Oktober 2003 [5]

TEST WLAN-Hotspots, ÖKO-TEST Magazin 11/2002

Das ÖKO-TEST-Magazin hat in fünf Städten Deutschlands an jeweils mehreren Stellen in der Nähe von öffentlichen WLAN-Anlagen (Hot Spots) Immissionsmessungen durchführen lassen.

Die Messergebnisse (vgl. Tabelle 1) zeigen eine sehr hohe Streubreite der Immissionen, die von einigen $\mu\text{W}/\text{m}^2$ bis zu $23.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ reichen. Wie bei Mobilfunk-Basisstationen hängen auch bei den Access Points der WLAN-Hotspots die Immissionen von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie z.B. Sendeleistung, Art der Antenne (Rundstrahler oder Richt-/Sektorantenne), bei Richtantennen Lage zur Hauptstrahlrichtung, vertikaler und horizontaler Abstand zur Antenne, dämpfende Einflüsse von Gebäudeteilen oder Einrichtungsgegenständen usw.

TEST WLAN-Hotspots	Aachen, Markt- platz	Münster, Geologisches Museum, Flur EG	Münster, Keller Schloss	Münster, Keller Schloss	Mün- chen, Flugha- fen Halle D, nörd- licher Bereich	Göttin- gen, Ju- ristische Biblio- thek
Betreiber	Accom	Westfälische Wilhelms- Universität	Westfäli- sche Wil- helms- Universität	Westfäli- sche Wil- helms- Universität	Flugha- fen Mün- chen- Erding	GWD Göttin- gen
Lage der Antenne	Fenster in 8 m Höhe	Rundstrahl- Antenne	Rundstrahl- Antenne hinter Ver- kleidung	Rundstrahl- Antenne hinter Ver- kleidung	2 Sekto- ren-An- tennen	2 Rund- strahl- Antennen
Sichtkontakt	ja	nein	nein	nein	ja	ja
Messabstand zur Antenne in Metern	10	4	15	5	2	1
Besonderhei- ten des Mess- Standpunktes	keine	Flur unter Raum mit Rundstrahl- antenne, massi- ve Decke	keine	keine	Summe beider Antennen erfasst	Summe beider Antennen erfasst
Gepulste hoch- frequente elek- tromagnetische Strahlung	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Strahlungs- stärke in $\mu\text{W}/\text{m}^2$	7	5	320	1 300	4 200	23 000
Gesamturteil	niedrige Belas- tung	niedrige Belastung	mittlere Belastung	hohe Belastung	hohe Belas- tung	hohe Belas- tung
»Niedrige Belastungen« sind Strahlungsstärken unter $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$. »Mittlere Belastungen« liegen zwischen 100 und $1.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$. »Hohe Belastungen« überschreiten $1.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$. [3], S. 129						

Tab. 1: Auszug aus den Messergebnissen des ÖKO-TEST Magazins WLAN-Hotspots [3], S. 128–129

Zusammenfassend empfiehlt das ÖKO-TEST-Magazin [3], S. 127:

- „Die Messungen zeigen, dass die Strahlung mit zunehmendem Abstand von WLAN-Antennen rapide abnimmt. Halten Sie idealerweise einen Mindestabstand von zehn Metern ein.
- Vernetzen Sie Ihre Rechner zu Hause lieber kabelgebunden.
- In Schulen und Kindergärten sollte auf WLAN verzichtet werden, da Kinder vermutlich besonders sensibel auf gepulste Strahlung reagieren.
- Die größte Strahlenbelastung beim drahtlosen Surfen geht in der Regel von der WLAN-Karte im Laptop aus. Schalten Sie die Karte ab, wenn Sie sie nicht benötigen.“

Das ÖKO-TEST-Magazin stellt in seiner Untersuchung bezüglich der Strahlungsbelastung durch die WLAN PC-Karte im eigenen Notebook des Benutzers fest:

„Während Passanten durch WLAN kaum belastet wurden, bekommen die WLAN-Nutzer durch die ebenfalls sendenden Funkkarten in den Laptops deutlich mehr Strahlung ab.

15 000 bis 20 000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ wurden in einem Meter Abstand zur WLAN-Karte gemessen.

Ein Handy strahlt während des Telefonats allerdings drei- bis zehnmal so stark und auch die DECT-Telefone senden bis zu viermal stärker.“ [3], S. 127

Universität Bremen: Gutachten zur EMVU-Belastung durch das Campus-WLAN

Die Universität Bremen hat auf ihrem Campus ein dichtes Netz von WLAN Access Points eingerichtet. Im Jahr 2001 hat sie ein Gutachten „zur Feststellung der Belastung durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung durch Funk-Netzwerke an der Universität Bremen“ [4] anfertigen lassen. An insgesamt zehn ausgewählten Standorten wurden exemplarisch die WLAN-Immissionen gemessen.

Uni Bremen WLAN Access Points Messort	Bemerkung	Strahlungsdichte in $\mu\text{W}/\text{m}^2$
Raum 122	Höhe 1,20 m Höhe 1,70 m Höhe 2,00 m	792 2.504 1.989
Raum 143	Arbeitsplatz a Arbeitsplatz b	0,5 1
Raum 4200	Abstand 3,80 m Abstand 2,50 m	529 666
Cafeteria	1. Balkon	8

Tabelle 2 zeigt einen Auszug aus den Messergebnissen.

Tab. 2:
Immissionen von WLAN Access Points an verschiedenen Messorten der Universität Bremen [4]

In dem Gutachten werden auch Vergleiche mit den Immissionen anderer Funkdienste (UKW-Rundfunk, UHF-Fernsehen, Mobilfunk D-Netz und E-Netz) an den gleichen Messorten durchgeführt. Diese Vergleiche zeigen, dass in der Nähe der Access Points deren Immissionen – teilweise kräftig – dominieren, während bei größeren Entfernungen die Immissionen der übrigen Funkdienste meist stärker sind.

Uni Bremen WLAN PC-Karte im Notebook	Abstand in Meter	Strahlungs- dichte in $\mu\text{W}/\text{m}^2$
WLAN PC-Karte	1,50	1.580
WLAN PC-Karte	0,60	3.150
WLAN PC-Karte	0,35	3.970
WLAN PC-Karte	0,10	49.960

Tab. 3: Immissionen einer WLAN PC-Karte im Notebook bei verschiedenen Abständen [4]

Die Messungen zeigen eine starke Zunahme der Strahlungsdichte mit kleiner werdendem Abstand. Eine Entfernung von 0,35 m und weniger kann als repräsentativ für die normale Notebook-Benutzung angesehen werden. Die damit verbundene Strahlungsdichte von ca. $4.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ und mehr stellt somit gemäß diesen Messungen die typische Belastung eines Notebook-Benutzers bei aktiver WLAN PC-Card dar.

TEST WLAN-Zugangsknoten (Access Points), ÖKO-TEST Magazin 10/2003

In der Ausgabe Oktober 2003 hat das ÖKO-TEST-Magazin die Messergebnisse von acht WLAN Access Points (Zugangsknoten) veröffentlicht [5].

Die gemessenen Strahlungsdichten in einem Meter Abstand vom Access Point schwanken je nach Modell zwischen $1.220 \mu\text{W}/\text{m}^2$ und $101.500 \mu\text{W}/\text{m}^2$; die Mehrzahl liegt um ca. $1.500 \mu\text{W}/\text{m}^2$. In fünf Meter Abstand wurden noch $45 \mu\text{W}/\text{m}^2$ bis $4.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ gemessen (Mehrzahl um ca. $55 \mu\text{W}/\text{m}^2$).

Das ÖKO-TEST-Magazin empfiehlt:

- Mit dem Access-Point den größtmöglichen Abstand zu Daueraufenthaltsorten (insbesondere zu Schlaf-, Wohn- und Kinderzimmern) einhalten. Oft bietet sich der Wohnungsflur als Standort an, weil sich niemand länger dort aufhält und meist in allen Räumen guter Empfang ist.
- Da die Access-Points Dauersender sind, ist es ratsam, sie an eine schaltbare Steckdosenleiste anzuschließen, die bei Nichtgebrauch ausgeschaltet wird.
- Benutzer, die sich per Notebook oder PC ins WLAN einwählen, sollten zudem wissen, dass die eingebaute Funkkarte mit bis zu $15.000 \mu\text{W}/\text{m}^2$ in einem Meter Abstand strahlt.

Fazit und Handlungsempfehlungen

Die abgestrahlten Signale der digitalen Funkdienste GSM-Mobilfunk, DECT-Schnurlostelefone und WLAN weisen hohe Gemeinsamkeiten auf:

Es handelt sich in allen genannten Fällen um periodisch gepulste Strahlung, und die Basisstationen der Systeme senden permanent – auch wenn gar keine Nutzdaten zu übertragen sind – dieses gepulste Signal mit unverminderter Spitzenleistung aus.

Die maximal zulässige Leistung der WLAN-Geräte liegt mit 100 Milliwatt zwar deutlich unter der *Maximalleistung* von Mobilfunk-Handys oder -Basisstationen; die Mobilfunk-Handys senden jedoch nur beim Telefonieren und nicht dauernd. Sie sind zudem leistungsgeregelt, d.h. sie senden nicht immer mit ihrer höchstmöglichen Leistung, sondern nur mit der für eine stabile Verbindung gerade erforderlichen Leistung. Die dauersendenden Mobilfunk-Basisstationen befinden sich i.d.R. in weitaus größerer Entfernung und außerhalb des Gebäudes.

So können WLAN Access Points im Innenraum die dominierende Hochfrequenzquelle und damit ein nicht zu vernachlässigendes gesundheitliches Risiko darstellen, wenn man sich in ihrem Nahbereich (einige Meter bis ca. 10 Meter) befindet.

Die Benutzer von mit WLAN-Komponenten ausgestatteten Notebooks und PCs befinden sich zwangsläufig in großer Nähe zur Sendeantenne und sind entsprechend hohen Immissionen ausgesetzt.

Trotz vieler warnender Forschungsergebnisse gelten die mit periodisch gepulster Strahlung arbeitenden Systeme offiziell als unbedenklich, da sie keinen der geltenden Grenzwerte überschreiten. Diese Grenzwerte basieren allerdings allein auf der Wärmewirkung von hochfrequenter Strahlung; Auswirkungen auf die empfindlichen Regulationssysteme des menschlichen Organismus (wie z.B. Nerven-, Hormon- und Immunsystem, Zellkommunikation) wurden bei ihrer Festlegung nicht berücksichtigt. Dabei gibt es mittlerweile eine Vielzahl von ernst zu nehmenden Hinweisen aus wissenschaftlichen Untersuchungen, dass auch Belastungen weit unterhalb der offiziellen Grenzwerte ein biologisches Risiko darstellen. So plädieren kritische Wissenschaftler z.B. dafür, Strahlungsdichten von $100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ aus Vorsorgegründen nicht zu überschreiten [6].

Im Vergleich mit den oben aufgeführten Messwerten wird deutlich, dass der WLAN-Technik somit keine gesundheitliche Unbedenklichkeit attestiert werden kann.

Auch ohne Technikfeindlichkeit sollten Notwendigkeit und Nutzen neuer Technologien kritisch hinterfragt werden; bei der vorliegenden Vielzahl von Hinweisen auf erhöhte biologische Risiken sollte Vorsicht geboten sein und das Minimierungsgebot konsequent Anwendung finden:

Zur Datenübertragung sollten grundsätzlich leitungsgebundene Netzwerke und keine drahtlosen Funk-Netzwerke verwendet werden. Leitungsgebundene Netzwerke sind übrigens auch heute noch schneller als WLANs selbst bei optimaler Verbindung, und zudem sind sie weniger anfällig für Störungen.

Wenn drahtlose Verbindungen per WLAN unumgänglich sind, sollten die Komponenten – insbesondere die dauersendenden Access Points – nur mit der niedrigsten benötigten Leistung betrieben werden. Zur Reduzierung der Leistung können ggf. Dämpfungsglieder zwischen Sender und Antenne montiert werden.

Eine intelligente Planung der Aufstellungsorte der Antennen unter Berücksichtigung ihrer eventuellen Richtwirkung kann helfen, die Immissionen dort zu minimieren, wo sich Personen aufhalten. Zu den Antennen von Access Points sollte mindestens ein Abstand von fünf, besser zehn Metern eingehalten werden.

Wird ein drahtloses Netzwerk aktuell nicht benötigt, so sollte der Access Point abgeschaltet werden, insbesondere über Nacht.

WLAN-Systeme sollten in Wohnungen nicht eingesetzt werden; ebenso nicht in Gebäuden, in denen sich Kinder und Jugendliche länger aufhalten (Kindergärten, Schulen).

Bei den Notebooks kann eine Reduzierung der Strahlungsexposition nur durch Abstandhalten (nicht praktikabel) oder Nicht-Benutzung der WLAN PC-Karte bzw. gezieltes Abschalten der WLAN-Funktion erreicht werden.

Achtung: Bei neu erworbenen PCs und Notebooks mit integriertem WLAN ist die WLAN-Funktion im Auslieferungszustand in aller Regel aktiviert und muss eigens deaktiviert werden.

Auch wenn die Immissionen von WLANs im Vergleich zu anderen gepulsten Funksystemen im Fernbereich meist niedriger ausfallen, so stellen sie doch in jedem Fall einen zusätzlichen und in vielen Fällen vermeidbaren Belastungsfaktor für den menschlichen Organismus dar.

Weitere Informationen zum Thema WLAN können dem Abschlussbericht einer Untersuchung des Ecolog-Instituts, Hannover, entnommen werden, die das Institut im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW) im Jahr 2003 durchgeführt hat [7].

Zur vertieften Behandlung technischer Details sei z.B. auf [8] und [9] verwiesen.

Informationen der Bundesnetzagentur¹ zu WLAN sind unter [10] zu finden.

¹ Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, ehemals RegTP (Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post)

Anhang: Technische Standards für WLANs

Wenn heute allgemein vom WLAN die Rede ist, so ist damit i.d.R. ein Funknetzwerk gemäß der technischen Spezifikation IEEE 802.11b oder der jüngeren und leistungsfähigeren Spezifikation IEEE 802.11g gemeint.

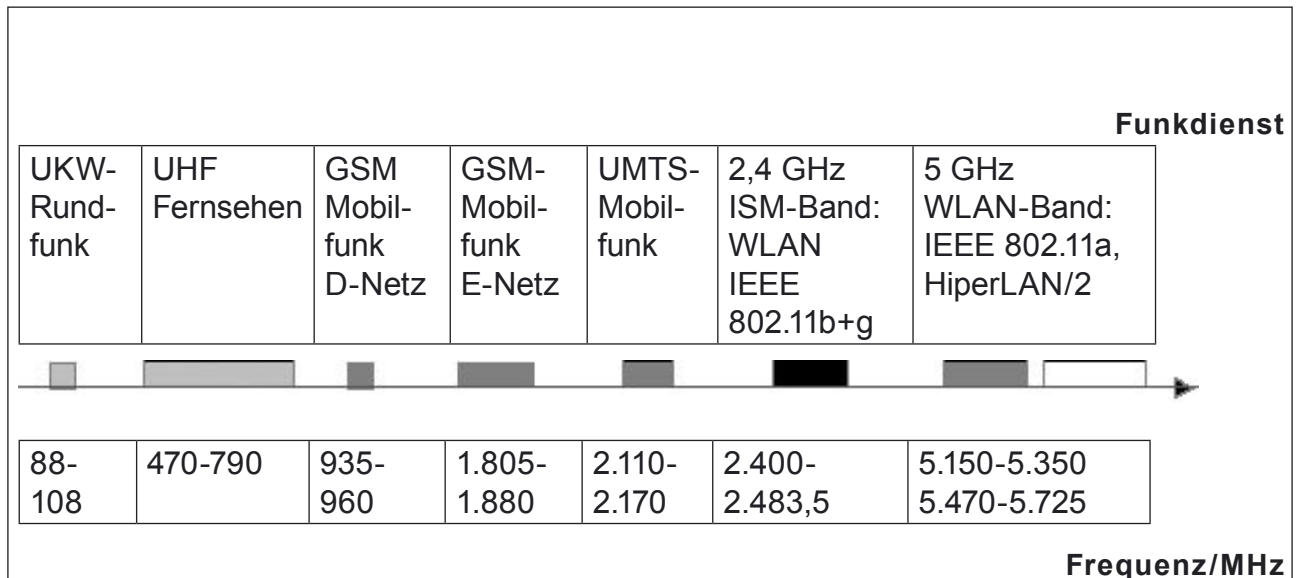


Abb. 5: Lage der WLAN-Frequenzbereiche in Relation zu anderen Funkdiensten

Diese Systeme arbeiten lizenzfrei im so genannten ISM-Frequenzbereich (*Industrial, Scientific, Medical*) von 2.400 MHz (Megahertz) bis 2.483,5 MHz. Ausgedrückt in der Maßeinheit GHz (Gigahertz) entspricht dies dem Frequenzbereich von 2,4 GHz bis 2,4835 GHz; er wird häufig auch abgekürzt als 2,4 GHz-ISM-Band bezeichnet.

Häufig sind WLANs mit der Zusatzbezeichnung "WiFi" (*Wireless Fidelity*) zu finden. Hierbei handelt es sich um Systeme, die die Spezifikationen der so genannten „Kompatibilität“ bzw. „Interoperabilität“ des Standards IEEE 802.11b erfüllen, so dass auch Komponenten unterschiedlicher Hersteller miteinander kommunizieren können.

Als für den Hausgebrauch „abgespeckte“ und daher etwas preiswertere Variante ist bisweilen auch der Standard „HomeRF“ im Handel zu finden.

Der IEEE 802.11-Standard mit dem Schlussbuchstaben g stellt eine Weiterentwicklung des voraufgegangenen Standards IEEE 802.11b dar und ermöglicht eine – theoretische, in der Praxis selten zu erreichende – Datenrate von bis zu 54 bzw. 108 MegaBit pro Sekunde (MBit/s) bei optimalen Verbindungsbedingungen. Der ältere b-Standard ermöglicht dagegen lediglich bis zu 11 MBit/s (mit dem Zusatz „11b+“ bis zu 22 MBit/s). Allerdings sind selbst die 11 MBit/s mehr als fünfmal so schnell, wie die höchstmögliche Übertragungsrate des neuen Mobilfunksystems UMTS! Daher wird in den WLANs durchaus eine gewisse Konkurrenz zu UMTS gesehen, sind sie doch heute schon wesentlich schneller als UMTS jemals sein wird – und das obendrein zum Nulltarif!

Aufgrund der starken aktuellen – und für die Zukunft noch stärker erwarteten – Nachfrage hat die damalige RegTP² am 13.11.2002 weitere lizenzfreie Frequenzbänder im 5 GHz-Bereich (5,150–5,350 GHz und 5,470–5,725 GHz) zur Nutzung durch schnelle WLANs (24–54 MBit/s) frei gegeben. Diese WLANs arbeiten nach den technischen Standards IEEE 802.11a (USA-Standard) bzw. HiperLAN/2 (*High Performance European Radio LAN/2*, europäischer Standard), die beide sehr eng miteinander verwandt sind.

IEEE 802.11h erweitert den Standard IEEE 802.11a um DFS (*Dynamic Frequency Selection*) und TPC (*Transmit Power Control*); die zulässige Sendeleistung (EIRP) beträgt hier bis zu 200 mW.

Die 5 GHz-WLAN-Bereiche sollen ausschließlich der Nutzung durch WLANs vorbehalten sein. Den 2,4 GHz ISM-Bereich müssen sich die WLANs dagegen mit anderen, auf den gleichen Frequenzen sendenden Anwendungen teilen, wie z.B. dem Kurzstreckenfunk Bluetooth und ZigBee, Funkübertragungssystemen für drahtlose Kameras und Video sowie schließlich auch mit den Mikrowellenherden in den Haushalten („Leckstrahlung“). Daher ist hier mit häufigeren gegenseitigen Störungen zu rechnen.

² RegTP: **R**egulierungsbehörde für **T**elekommunikation und **P**ost, heute: Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, kurz: Bundesnetzagentur.

Literaturverzeichnis

- 1 Folker Lück: Irgendetwas funkt immer – IFA 2003: Netzwerke erobern den Wohnbereich – Immer mehr Wireless-Lösungen zu Hause; in: VDI nachrichten, 22.8.2003, VDI Verlag GmbH Düsseldorf
- 2 Ahlers, Ernst: Weitfunke – WLAN-Richtfunk selbst gemacht; in: c't 2004, Heft 24; S. 222–226
- 3 Edelbüttel, Doris: Es hat gefunkt – Test WLAN-Hotspots; in: ÖKO-TEST-Magazin Nr. 11, November 2002, ÖKO-TEST-Verlag GmbH Frankfurt/Main; S. 129–129
- 4 Universität Bremen 2001: Gutachten zur EMVU-Belastung durch das WLAN; Universität Bremen, Arbeitsgruppe WLAN-Infrastruktur, Postfach 33 04 40, 28334 Bremen; www.dmn.tzi.org/wlan/wlan-emvu-gutachten-bremen.pdf
- 5 Edelbüttel, Doris: Unsichtbare Netze – Test WLAN-Zugangsknoten; in: ÖKO-TEST-Magazin Nr. 10, Oktober 2003, ÖKO-TEST-Verlag GmbH Frankfurt/Main; S. 108–111
- 6 Europäisches Parlament, Generaldirektion Wissenschaft – Direktion A (Hrsg.): Die physiologischen und umweltrelevanten Auswirkungen nicht ionisierender elektromagnetischer Strahlung, STOA – Scientific and Technological Options Assessment (Bewertung wissenschaftlicher und technologischer Optionen), Options Brief und Zusammenfassung, PE Nr. 297.574, März 2001, www.europarl.eu.int/stoa/publi/pdf/summaries/00-07-03sum_de.pdf
- 7 Behrend, D.; Neitzke, H.-P.; Neitzke, T.; Osterhoff, J.: Funk-Netzwerke – Sachstandsermittlung zur Netzwerktechnologie WLAN; Ecolog-Institut, Hannover, im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV NRW); Dezember 2003; www.munlv.nrw.de/sites/arbeitsbereiche/immission/pdf/literatur.pdf
- 8 <http://de.wikipedia.org/wiki/LAN>
- 9 www.informationsarchiv.net/statisch/wlan/
- 10 WLAN-Funkanwendungen (Wireless Local Area Network); www.bundesnetzagentur.de/enid/95b08253d994832b9244d865da2d30f6,55a304092d09/dv.html

© DR.-ING. MARTIN H. VIRNICH, August 2005
Ingenieurbüro für Baubiologie und Umweltmesstechnik
Dürerstraße 36, 41063 Mönchengladbach
Baubiologe IBN/Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e.V.