



WLAN versus Kabelnetz

Frage an unseren Experten:

Ich überlege, meinen Computer über WLAN zu betreiben und nicht länger per Kabelanschluss. Ist die Nutzung von WLAN gesundheitsschädlich? Ich wohne in einem Haushalt mit 2 kleinen Kindern (3 J., 4 M.) auf 100m² in 3 Räumen.

Antwort unseres Experten Dr. Klaus Trost:

Wenn Sie nicht Besitzer der Wohnung sind, kann WLAN eine akzeptable Kompromisslösung sein, wenn man den Router bei Nichtbenutzung abschaltet. Bei Eigentum sollte man stets verkabeln und dabei hochwertige und zukunftssichere Kabel verwenden, die für eine Übertragungsrate von mindestens 1 Gbit/s geeignet sind.

Unter WLAN werden Funknetzwerke nach dem amerikanischen Standard IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers) verstanden. Sie arbeiten im lizenzfreien Frequenzbereich 2400 - 2483,5 MHz. Im November 2002 sind auch die lizenzfreien 5 GHz-Bereiche 5150 - 5350 MHz und 5470 - 5725 MHz für diese Anwendungen freigegeben worden. Die entsprechenden WLANs haben den Standard IEEE 802.11a/g. Die Sendeleistungen sind im Standard IEEE 802.11 auf 100 mW begrenzt. Die Reichweiten betragen in Gebäuden bis zu 30 m (100/200 mW), im Freien sollen 300 m (2,4 GHz- Band) bzw. 150 m (5 GHz-Band/200 mW) erreicht werden.

Die drahtlosen Netzwerke bestehen meist aus den mobilen Endgeräten (Computer, Laptop), die mit einer entsprechenden Netzwerk-Karte ausgerüstet sind, und mindestens einem Access-Point, über den der drahtlose Anschluss an das Festnetz erfolgt. Es sind auch Ad hoc-Netzwerke möglich, bei denen mehrere Endgeräte untereinander vernetzt sind, ohne dass über einen Access-Point eine Verbindung zum Festnetz besteht.

Zur Ermittlung der Belastung durch die emittierte Mikrowellenstrahlung muss man zwischen den Endgeräten und den Access-Points bzw. Routern unterscheiden. Die Endgeräte sind meist keine Dauersender, können aber je nach Netzstruktur (Ad hoc-Netzwerk) zeitweise doch ein Dauersignal ausstrahlen. Die Access-Points sind stets Dauersender, Router können in der Regel abgeschaltet werden.

Im Ruhebetrieb, wenn keine Nutzdaten übertragen werden, strahlen die Access-Points/Router ein mit 10 Hz gepulstes Signal aus, wobei die Pulsleistung der vollen Sendeleistung entspricht. Je nach übertragener Datenrate wird ein gepulstes oder kontinuierliches Signal gesendet. Die Endgeräte wechseln zwischen einem passiven Schlaf- und einem aktiven Wachzustand und senden nur, um Daten zu übertragen. Je nach Datenrate ist die Strahlung der Endgeräte gepulst oder ungepulst.

An den Funk-Netzwerkkarten der Endgeräte wurden in 0,5 m Abstand Leistungsdichten bis 100 mW/m² und in 1 m Abstand bis 10 mW/m² gemessen (nova-Institut 2001, Ecolog-Institut 2003). Die gemessenen Belastungen an den Access-Points betragen in 1 m Abstand bis zu 100 mW/m² und erreichten in 5 m Entfernung 10 mW/m² bzw. in 20 m Abstand 1 mW/m²

(nova-Institut 2001, Öko-Test 2003, Ecolog-Institut 2003). Die Access-Points strahlen meist kaum intensiver als die Netzwerk-Karten der Endgeräte, sind aber als Dauersender kritischer einzustufen. Da der Abstand zu einem Access-Point in der Regel wesentlich größer ist als zu einem Endgerät, ist die Belastung durch die Endgeräte in den meisten Fällen höher. Eine genaue Einschätzung der Belastung durch die Endgeräte ist schwierig, da diese von der Nutzung abhängig nur bei Bedarf senden. Um unnötige Belastungen zu vermeiden, sollten die permanent strahlenden Access-Points nicht in Räumen installiert werden, in denen Personen sich dauerhaft aufhalten (Klassenzimmer, Lehrerzimmer, Büros).

Neben dem Abstand zur Feldquelle spielt auch die Art und Dicke von Baumaterialien zwischen Sender und exponierter Person eine wichtige Rolle. Wegen der höheren Frequenz durchdringt Mikrowellenstrahlung im 5 GHz-Bereich Mauerwerk wesentlich schlechter als Strahlung im 2,4 GHz-Bereich. Beim Durchtritt durch 24 cm dickes massives Mauerwerk (etwa Kalksandstein, Beton oder Lochziegel) wird die Strahlung bei 2,4 GHz etwa um den Faktor 10 und bei 5 GHz mindestens um den Faktor 100 geschwächt (Pauli und Moldan 2003). Bei höheren Frequenzen werden also größere Sendeleistungen benötigt, um innerhalb von Gebäuden die gleiche Reichweite zu erzielen.

Der gesetzliche Grenzwert für die Leistungsdichte im Frequenzbereich über 2000 MHz beträgt 10.000 mW/m^2 . Diesem Grenzwert liegen nur die allgemein anerkannten thermischen Wirkungen elektromagnetischer Strahlung zu Grunde. Die mittlerweile weit unterhalb der Grenzwerte gefundenen nichtthermischen Wirkungen werden in den Grenzwerten nicht berücksichtigt. Wenn auch die Existenz zumindest eines Teils dieser Effekte selbst von der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK) nicht mehr ernsthaft angezweifelt wird, gehen die Meinungen über deren gesundheitliche Relevanz weit auseinander. Das liegt vor allem daran, dass die SSK bisher immer die Empfehlungen der internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) übernommen hat und die ICNIRP nur zwei Kategorien für die wissenschaftliche Evidenz kennt, nämlich den wissenschaftlichen Nachweis und den fehlenden Nachweis. Eine differenziertere Bewertung ist dringend erforderlich, um die wachsende Zahl kritischer Forschungsergebnisse zumindest in Vorsorgeüberlegungen einfließen zu lassen.

Nach Sichtung der neuesten einschlägigen internationalen Studien empfiehlt das Ecolog-Institut für die elektromagnetische Leistungsdichte einen Vorsorgewert von 10 mW/m^2 . Dieser Wert wird im Nutzungsabstand (unter 1 m) eines Laptops mit Funknetz-Karte meist überschritten. Räume, in denen ein Access-Point/Router installiert ist, können noch höher belastet sein.

In mehreren Studien wurden Beeinflussungen der kognitiven Leistung beobachtet, zum Teil schon ab 10 mW/m^2 . Bei teilweise noch geringeren Leistungsdichten wurden mehrfach Veränderungen der Gehirnstromaktivität (EEG) im Schlaf- und Wachzustand festgestellt. Die SSK stuft die Wirkungen auf das EEG als wissenschaftlichen Hinweis auf eine Beeinflussung ein. Die gesundheitliche Relevanz dieser Befunde ist allerdings unklar.

Bei Expositionen ab 10 mW/m^2 existieren zahlreiche Hinweise für das Auftreten von Befindlichkeitsstörungen wie Müdigkeit, Schwindelgefühl, Kopfschmerzen, Nervosität und veränderte Schlafqualität. Diese Arbeiten wurden von der SSK bisher nicht bewertet.

Andere unterhalb der Grenzwerte auftretende mögliche gesundheitliche Effekte wie kanzerogene Wirkungen, Beeinflussung des Immunsystems, genotoxische Effekte, Aktivierung von Hitzeschock-Proteinen sowie Beeinflussung der Zellproliferation (Zellvermehrung) wurden meist erst bei Leistungsdichten über $100 - 1000 \text{ mW/m}^2$ beobachtet. Leistungsdichten dieser Größenordnung treten in der Umgebung von Funknetzen im Benutzerabstand nicht auf.

Im typischen Nutzerabstand eines funkvernetzten Rechners liegen die Leistungsdichten zwischen 1 und 10 mW/m^2 , die Beeinflussung kognitiver Leistungen und das Auftreten von

Befindlichkeitsstörungen sind also nicht auszuschließen. Da in diesem Intensitätsbereich auch vereinzelt schon Beobachtungen einer verstärkten Zellproliferation gemacht wurden, ist ein Einfluss auf die Entwicklung von Tumoren nicht mit Sicherheit auszuschließen.

Im Vergleich mit der Nutzung von Mobiltelefonen ist die Strahlenbelastung durch Funknetze gering. Eine sichere Einschätzung der mit der Mikrowellenstrahlung von Funknetzen verbundenen Gesundheitsrisiken ist derzeit nicht möglich. Zur Vorsorge sollten unnötige Expositionen vermieden werden.

Im Vergleich zu kabelgebundenen Netzwerken haben Funknetzwerke einige betriebliche Nachteile, die beachtenswert sind:

Hinsichtlich der übertragenen Datenraten können selbst die Funknetzwerke der neuesten Generationen (Standards IEEE 802.11a/g) mit kabelgebundenen Netzwerken kaum konkurrieren. Während in Kabelnetzwerken schon seit längerer Zeit Datenraten von 100 Mbit/s und mehr üblich sind, werden bei den neuesten Funkstandards IEEE 802.11a/g nur Bruttodatenraten bis 54 Mbit/s erreicht. Die älteren Standards IEEE 802.11 (ohne Buchstabe) und IEEE 802.11b bieten nur Übertragungsraten bis 2 Mbit/s bzw. 11 Mbit/s. Diese Datenrate müssen sich alle angeschlossenen Benutzer teilen, so dass bei gleichzeitigem Zugriff durch mehrere Benutzer oder bei mehreren Wänden zwischen Endgerät und Router/Accesspoint die Übertragungsgeschwindigkeiten sehr stark zurückgehen.

Die bei Datennetzen angegebenen nominellen Datenraten sind stets Bruttodatenraten. Da zur Regelung des Zugriffs auf den Access-Point/Router ein großer Teil der Übertragungskapazität benötigt wird, betragen die Nettodatenraten in Funknetzen auch bei einem Benutzer nur etwa die Hälfte der Bruttodatenrate. Wenn schlechte Verbindungsqualität (größere Entfernung zum Access-Point, dicke Mauern) oder Störungen durch andere Funkanwender (Mikrowelle) Fehlerkorrekturen notwendig machen oder mehrere Endgeräte gleichzeitig auf den Access-Point zugreifen, kann die Nettodatenrate unter 10 % der Bruttodatenrate sinken. In Kabelnetzwerken erreicht die Nettodatenrate etwa 90 % der Bruttodatenrate.

Wegen der Lizenzfreiheit wird das 2,4 GHz-Band von einer großen Zahl unterschiedlichster Funkanwendungen benutzt: Der Mikrowellenherd in der Küche, Audio- und Video-Funkübertragungssysteme, die Funk-Mouse oder das Funk-Keybord, Funk-Kopfhörer, Baby-Phone, Garagentorsteuerungen und Fernsteuerungen von Spielzeugen können Störquellen für WLAN sein. Außerdem ist der 2,4 GHz-Bereich international für Hochfrequenzgeräte in Industrie, Wissenschaft und Medizin freigegeben. Jeder Hobbybastler darf in diesem Frequenzbereich ohne Genehmigung selbstgebaute Funkanlagen betreiben. Für Datennetze im 2,4 GHz-Band besteht grundsätzlich kein Anspruch auf störungsfreien Betrieb. Die Probleme mit den zahlreichen Störquellen haben zur Freigabe des 5 GHz-Bandes für Funknetze geführt, das ebenfalls lizenzfrei, aber bisher von anderen Funkanwendungen noch wenig belegt ist. Im 5 GHz-Band besteht allerdings das Problem der geringen Reichweite innerhalb von Gebäuden, wenn die Strahlung mehrere massive Wände durchdringen muss.

Ein Problem kann die potentiell geringe Zugriffs- und Datensicherheit von drahtlosen Netzwerken sein. Während der Zugriff auf übertragene Daten bei Kabeln einfach zu regeln ist (Wer keinen Zugriff auf das Kabel hat, kann nicht auf die übertragenen Daten zugreifen.), können Funk-Netzwerke mit einfachen Mitteln angezapft werden, wenn nicht alle (die Übertragungsgeschwindigkeit senkenden) Möglichkeiten der Verschlüsselung aktiviert sind, da die Funkwellen weder vor Gebäude- noch vor Grundstücksgrenzen Halt machen.

Die Vorteile eines Funknetzes liegen im einfachen und kostengünstigen Aufbau des Netzes sowie in der möglichen Mobilität der Endgeräte. Dem stehen die oben genannten Nachteile und Einschränkungen gegenüber. Funknetze sind dann sinnvoll, wenn kurzfristig und zeitlich

begrenzt ein Netzwerk für eine bestimmte Veranstaltung aufgebaut werden soll oder wenn es auf die Mobilität der Endgeräte ankommt. Auch zur Netzanbindung eines Gebäudes über eine Straße oder fremde Grundstücke hinweg ist der Einsatz von Funkanwendungen sinnvoll. Für dauerhafte Installationen sind kabelgebundene Netzwerke wegen ihrer größeren Leistungsfähigkeit und höheren Sicherheit vorzuziehen.