

Strahlentelex mit ElektrosmogReport

Fachinformationsdienst zur Bedeutung elektromagnetischer Felder für Umwelt und Gesundheit

11. Jahrgang / Nr. 3

nova-Institut

März 2005

Technik

Funknetztechnik WLAN: Strahlung durch drahtlose Computernetzwerke

Die Anzahl der Quellen elektromagnetischer Exposition ist in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Immer größere Bedeutung gewinnt in diesem Zusammenhang der hier untersuchte drahtlose Zugang zu Computernetzwerken WLAN (Wireless Local Area Network). Die Universität Bremen hat bereits im Jahr 2001 und erneut 2004 die Emissionen an Accesspoints und WLAN-Karten auf dem Campus durch das nova-Institut untersuchen lassen. In dieser und der nächsten Ausgabe des Elektrosmog-Reports werden wir über die Ergebnisse der Messungen berichten (1).

Ähnlich wie beim Aufbau der Mobilfunkbasisstationen, wo der Netzausbau zunächst weitgehend unbemerkt von der Öffentlichkeit erfolgte und die möglichen Risiken der Mobilfunkstrahlung von wenigen kritischen Beobachtern und Wissenschaftlern dargestellt wurden, verdichtet sich das Netz der Hot Spots, ein funkbasierter öffentlicher Internetanschluss in Bahnhöfen, Flugplätzen, Cafés zunehmend. Vor allem an den Hochschulen, zunehmend aber auch in Firmen, öffentlichen Einrichtungen, an Schulen und auch in Privathaushalten werden WLANs immer häufiger eingesetzt. Man kann ein Computer-Netzwerk einrichten, ohne Kabel zu verlegen, ohne bohren oder Schlitzlöcher klopfen zu müssen. Zudem sorgen starke Preissenkungen für Massenabsatz. Mittlerweile sind PCs und Laptops schon beim Kauf mit WLAN-Karten ausgerüstet, häufig ohne dass dem Käufer bewusst ist, dass er sich mit seinem neuen Gerät eine zusätzliche Quelle hochfrequenter Strahlung eingekauft hat.

Die Risiken der neuen Technologie sowohl hinsichtlich Gesundheit als auch Datensicherheit sind den wenigsten bekannt. Vorsorge- und Reduktionsmaßnahmen können aber nur bei Kenntnis der Sachverhalte eingesetzt werden (vgl. hierzu u.a. Elektrosmog Report, April 2004 zu EMF-Belastungen an Büroarbeitsplätzen). Zu diesem Ergebnis kommt auch eine Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalens (MUNLV) über Chancen und Risiken neuer Informationstechnologien aus dem Jahre 2004 (2).

Messung an Accesspoints zur Innenraumversorgung

Die Universität Bremen bietet in vielen Gebäuden des Campus über ein WLAN-System einen drahtlosen Netzwerkzugang für Notebooks. An insgesamt 10 ausgewählten Standorten, die sich in vier verschiedenen Universitätsgebäuden befinden, wurden im Oktober 2001 exemplarisch die Leistungsflussdichten gemessen, die von den Ac-

cesspoints des WLAN-Systems ausgehen sowie die Abstrahlungen der Notebook-Steckkarten. An relevanten Punkten erfolgten außerdem Übersichtsmessungen über den gesamten Frequenzbereich von 50 MHz bis 3 GHz, um die Belastung durch das WLAN-System in Relation setzen zu können zu Belastungen in anderen Frequenzbereichen.

Teilweise wurden in den einzelnen Räumen mehrere Messungen, z.B. in unterschiedlichen Abständen von dem Accesspoint (sofern sich dieser im gleichen Raum befand) oder in unterschiedlichen Höhen über dem Boden vorgenommen. In solchen Fällen ist in der folgenden Tabelle jeweils das Maximum der Einzelmessungen angegeben. Alle Messergebnisse für Innenbereiche beinhalten einen Sicherheitsaufschlag von 6 Dezibel (entsprechend einem Faktor 4 bei den Leistungsflussdichten).

Messpunkt	Leistungsflussdichte in mW/m ²	Messpunkt	Leistungsflussdichte in mW/m ²
1	2,53	6	0,025
2	0,005	7	0,025
3	0,10	8	0,008
4	0,32	9	0,0005
5	0,67	10	0,007

Leistungsflussdichten an exemplarischen Standorten in Gebäuden der Universität Bremen

Abgesehen von Messpunkt 1, bei dem sich ein Arbeitsplatz nur durch eine dünne Wand getrennt im Abstand von nur ca. einem Meter von einem Accesspoint im Flur befand (Accesspoint wurde anschließend verlegt) liegen die Messergebnisse an allen Messpunkten unterhalb von 1 mW/m². Die (abgesehen von MP 1) höchsten Messwerte treten auf an Messpunkt 4 und 5, wo sich ein Accesspoint im gleichen Raum befindet, aber ein Mindestabstand von 2,5 m zu Daueraufenthaltsplätzen eingehalten wird.

Im Jahr 2004 wurden Kontrollmessungen an Accesspoints der neueren Technologie nach Standard IEEE 802.11g vorgenommen. Hierbei wird ein effizienteres Modulationsverfahren (OFDM) eingesetzt, wodurch eine bis zu fünffach höhere Datenübertragungsrate ermöglicht wird. Ansonsten werden diese neueren Accesspoints typischerweise mit der gleichen Sendeleistung und gleichartigen Stabantennen wie die bisherigen Accesspoints nach IEEE 802.11b betrieben. Es zeigte sich, dass bezüglich der Strahlungs-

Weitere Themen

EMF und Brustkrebs, S. 3

Schwedische Wissenschaftler erkennen keinen Zusammenhang zwischen magnetischen Feldern und dem Risiko, an Brustkrebs zu erkranken.

Mobilfunkstrahlung und Spermien, S. 4

Eine australische Studie mit Mäusen sieht möglicherweise einen Zusammenhang zwischen hochfrequenter Strahlung und der Schädigung männlicher Keimzellen

belastung kein nennenswerter Unterschied zwischen den Accesspoints bisheriger (802.11b) und neuer (802.11g) Technologie besteht. Bei den hier untersuchten Geräteexemplaren war die Strahlungsemission der neuen Gerätegeneration unbedeutend geringer.

WLAN-Karten der Notebooks

Wie bei jeder bidirektionalen Datenverbindung ist auch im Fall WLAN neben den Accesspoints (vergleichbar den Basisstationen beim Mobilfunk) auch für die entgegengesetzte Kommunikationsrichtung (Notebook zum LAN) ein Sender erforderlich. Bei Notebooks ist dies entweder eine Zusatzkarte, die in einen PCMCIA-Steckplatz des Notebooks eingeschoben wird oder ist (bei modernen Modellen) bereits in das Notebook eingebaut.

Die Messungen wurden durchgeführt mit typischen WLAN-Netzwerkkarten nach IEEE 802.11b (damals) sowie nach 802.11g und 802.11a (neuerlich). Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Die tatsächlich in der Umgebung solcher relativ kleinen Sender auftretenden Leistungsflussdichten hängen stark von den Reflexions- und Absorptionsverhältnissen der jeweiligen Nutzungsumgebung ab. Das Strahlungsfeld wird teilweise durch die Ausbildung stehender Wellen bestimmt und es ist daher nicht erstaunlich, dass sich bei der Ausmessung einer Abstandsverteilung nicht die bei Freifeldausbreitungsbedingungen übliche Abnahme der Intensität mit dem Quadrat des Abstandes zeigt. Um trotz dieser starken Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen bei den Messungen auf der sicheren Seite zu liegen, wurden die Messergebnisse an den WLAN-Karten mit einem Sicherheitszuschlag von 6 Dezibel versehen. Das heißt, die in der Tabelle angegebenen Ergebnisse liegen um einen Faktor 4 höher als der tatsächliche Messwert am jeweiligen Messpunkt, und es kann auf jeden Fall die Aussage gemacht werden, dass die auch in anderen Umgebungssituationen auftretende Strahlungsbelastung sicherlich nicht höher ist als die hier angegebenen Werte.

Die Messungen im unmittelbaren Nahbereich der Karte (weniger als 20 cm Abstand zur Karte) sind hier der Vollständigkeit halber angegeben. Es muss allerdings beachtet werden, dass die für eine solche Messung eigentlich erforderlichen Fernfeldverhältnisse hier nicht mehr vorliegen (Wellenlänge ca. 12 cm bei 2,4 GHz und ca. 6 cm bei 5,2 GHz). Bei normaler Arbeitshaltung sind aber diese kleinen Entfernungen zumindest für den Kopfbereich des Benutzers von geringer praktischer Bedeutung.

Abstand von der WLAN-Karte	Karte entspr. IEEE 802.11b (2,4 GHz) Messung 2001	Karte entspr. IEEE 802.11g (2,4 GHz) Messung 2004	Karte entspr. IEEE 802.11a (5,2 GHz) Messung 2004
150 cm	1,6		
80 cm	1,3		
60 cm	3,2	0,25	1,0
40 cm		0,9	0,7
30 cm	4,0	4,1	0,55
20 cm	130	6,3	1,8
10 cm	49,7	24	7,0
3 cm		188	44

Leistungsflussdichten in mW/m² in der Umgebung von Notebook-WLAN-Karten

Vergleich mit anderen Funkdiensten

Zum Vergleich der Strahlungsintensitäten der WLAN-Systeme mit den Strahlungsintensitäten anderer Funkdienste wurden an einigen ausgewählten Messpunkten Zusatzmessungen vorgenommen. Die Messpunkte befanden sich innerhalb von Gebäuden der Universität Bremen und sind eine Teilmenge der Messpunkte zur Untersuchung der Accesspoints. Bei diesen Zusatzmessungen erfolgte zunächst eine Übersichtsmessung über den Frequenzbereich von

50 bis 3.000 MHz, um alle Frequenzbänder zu ermitteln, in denen relevante Intensitäten auftreten. Dabei stellte sich heraus, dass relevante Strahlungsintensitäten neben den WLAN-Systemen von den Mobilfunknetzen (D- und E-Netz) und den Ton-Rundfunksendern (UKW-Bereich) sowie – in weit geringerem Maße – von Fernsehsendern (UHF) verursacht wurden. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Messpunkt	UKW	UHF	D-Netz	E-Netz	WLAN	Summe
1	0,037	0,009	0,08	0,021	2,53	2,7
4	0,65	0,033	0,33	0,016	0,32	1,35
10	0,008	0,001	0,11	0,014	0,004	0,14

Leistungsflussdichte an ausgewählten Messpunkten in mW/m²

Zusammenfassung

Bei sinnvollem Umgang mit der WLAN-Technologie lässt sich die zusätzlich entstehende Strahlungsbelastung relativ gering halten. Dazu ist es erforderlich, dass die Standorte der WLAN-Accesspoints so ausgewählt werden, dass sich keine Daueraufenthaltsplätze in unmittelbarer Nähe befinden. Beschränkt sich das Versorgungsgebiet auf einen einzelnen Raum (Seminarraum, Schulklasse, Arbeitszimmer usw.) so kann die Sendeleistung des Accesspoints entsprechend reduziert werden.

Vom grundsätzlichen Verhalten zeigt sich bei der WLAN-Technologie ein ähnliches Bild wie beim Mobilfunk, allerdings auf einem deutlich niedrigeren Intensitätsniveau.

- Die Zentralstationen sind Dauersender, die unabhängig von der tatsächlichen Benutzung auf ihre Umgebung einwirken. Im Falle des Mobilfunks sind dies die Basisstationen, hier die Accesspoints. Naturgemäß sind von der Strahlung nicht nur die Nutzer sondern alle Personen in der näheren Umgebung betroffen.
- Die Endgeräte der Benutzer senden – bei richtiger Einstellung – nur dann, wenn tatsächlich Sprache bzw. Daten zu übertragen sind. Beim Handy ist dies intuitiv einsichtig und technisch durch möglichst geringen Stromverbrauch begründet. Bei den WLAN-Karten von Notebooks oder PCs ist das technische Erfordernis zum seltenen Senden in weit geringerem Maße gegeben, da der Stromverbrauch einer WLAN-Karte im Vergleich zu einem in Betrieb befindlichen Notebook eher unbedeutend ist und daher ein periodisches Senden kaum ins Gewicht fällt.

Bei WLAN-Karten kommt hinzu, dass dieses Dauersenden in der Betriebsart Ad-hoc-Modus, d.h. beim drahtlosen Zusammenschluss mehrerer Notebooks/PCs ohne Zuhilfenahme eines Accesspoints, auch technisch erforderlich ist. Wenn man auf die persönliche Strahlungsminimierung sowie der möglichst geringen Strahlungsexposition der Personen in seiner Umgebung Wert legt, sollte man daher darauf achten, die Ad-hoc-Betriebsart nur dann (und nur so lange) zu wählen, wenn es wirklich erforderlich ist und die WLAN-Karte bei Nichtbenutzung möglichst ganz abzuschalten. Bezüglich des Abschaltens sind die Benutzer von extern einsteckbaren WLAN-Karten (PCMCIA-Karten, Scheckkartengröße) im Vorteil, da diese Karten stets leicht zu entnehmen sind und man dann völlig sicher sein kann, dass keine Strahlung emittiert wird, wohingegen bei den in modernen Notebooks häufig zu findenden eingebauten WLAN-Karten ein mehr oder minder einfach zu bedienendes Konfigurationsprogramm bemüht werden muss, um die Karte abzuschalten.

Für die persönliche Strahlungsbelastung während der Benutzung ist auf jeden Fall die WLAN-Karte des eigenen Notebooks entscheidender als die Accesspoints. Insoweit ist die Situation vergleichbar mit dem Mobilfunk, bei dem für die Strahlenbelastung das eigene Handy wesentlich wichtiger ist als die Basisstation. Allerdings besteht bei privat genutztem WLAN-System die Mög-

lichkeit, die Accesspoints in Zeiten der Nichtbenutzung ganz abzuschalten.

Monika Bathow und Peter Nießen

Quellen:

1. Nießen P. Gutachten zur Feststellung der Belastung durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung durch Funknetzwerke an der Universität Bremen, 2001 und 2004
<http://www.personalrat.uni-bremen.de/public/Thema%20Elektromog/GutachtenFunknetz.pdf>
2. Graulich K, Quack, D. Sachstandsermittlung zu Information und Kommunikation über Chancen und Risiken neuer Informationstechnologien am Beispiel WLAN, Öko-Institut, Freiburg, im Auftrag des MUNLV NRW, 2004.
www.munlv.nrw.de/sites/arbeitsbereiche/immission/wlan.htm

Epidemiologie

EMF und Brustkrebs

Wissenschaftler des Karolinska-Instituts in Stockholm führten eine der bisher umfangreichsten Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Belastung mit niederfrequenten elektromagnetischen Feldern (EMF) und Brustkrebs durch. Ihre Ergebnisse unterstützen nicht die Hypothese, dass magnetische Felder das Risiko für die Entwicklung von Brustkrebs erhöhen. Weder die Gesamtzahl der Brustkrebspatientinnen noch bestimmte Untergruppen (nach Alter, Vorliegen von Östrogenrezeptoren im Tumor, etc.) waren häufiger als eine Kontrollgruppe erhöhten EMF am Arbeitsplatz ausgesetzt.

Die Studie der Arbeitsgruppe um Dr. Anders Ahlbom und Dr. Maria Feychting basierte auf allen Frauen, die in den Jahren 1976 bis 1999 in den Kreisen Stockholm oder Gotland beschäftigt waren. Im schwedischen Krebsregister wurden insgesamt 20.400 Fälle mit Brustkrebs aus diesen Regionen identifiziert und mit zufällig ausgewählten 116.227 Kontrollpersonen verglichen. Von allen Beteiligten lagen Informationen zum Östrogenrezeptorstatus, zur beruflichen Tätigkeit, zum sozioökonomischen Status und zum Alter vor. Bei einem Teil der Frauen war auch die Zahl der Schwangerschaften bekannt. Die berufliche Exposition mit niederfrequenten EMF wurde mittels einer neu entwickelten Arbeitsplatz-Expositionsmatrix, die auf Magnetfeldmessungen von Frauen mit verschiedenen Berufen basiert, abgeschätzt. Alle Risikoabschätzungen lagen nahe bei 1, unabhängig vom Expositionsumfang und vom Expositionsparameter. Das Gesamtrisiko in der am höchsten exponierten Gruppe ($> 0,3$ Mikrotelsla) betrug im Vergleich zur am niedrigsten exponierten Gruppe 1,01 (95%-Vertrauensbereich: 0,93 - 1,10).

Im vergangenen Jahrzehnt wurde eine Anzahl von Studien zum Zusammenhang zwischen niederfrequenten EMF und Brustkrebs durchgeführt (Übersichten: Brainard et al. 1999, Caplan et al. 2000, Grotenhermen 2002). Die EMF-Exposition stammte aus drei verschiedenen Quellen: Hochspannungsleitungen in der Nähe der Wohnung, die Verwendung elektrischer Heizdecken und eine Exposition am Arbeitsplatz. Die meisten der Studien mit elektrischen Heizdecken haben kein erhöhtes Risiko nachgewiesen, und hinsichtlich der häuslichen Exposition waren positive Befunde auf Untergruppen beschränkt, in denen die Zahl der exponierten Personen klein war, so dass das beobachtete erhöhte Risiko auf Zufall beruhen könnte. Die jüngsten Studien zur häuslichen Exposition (Davis et al. 2002, Schoenfeld et al. 2003, London et al. 2003) und zu elektrischen Heizdecken (Kabat et al. 2003) fanden kein erhöhtes Brustkrebsrisiko bei vergleichsweise hoher EMF-Belastung. Die Studien zur beruflichen Magnetfeldexposition haben unterschiedliche Ergebnisse hervorgebracht. Mehrere Untersuchungen

fanden erhöhte Risiken für Industrie- und Elektroarbeitsplätze, Telefonistinnen und Funkerinnen - Berufe, die bei Frauen nicht sehr häufig sind, so dass die Zahl der exponierten Fälle im Allgemeinen gering war. Zudem könnten Frauen und Männer mit dem gleichen Beruf möglicherweise nicht der gleichen Exposition unterliegen. Das Fehlen von Daten zur beruflichen Magnetfeldexposition bei Frauen hat bei den Autoren früherer Studien zu selbstkritischen Kommentaren hinsichtlich der wissenschaftlichen Bedeutung der eigenen Ergebnisse geführt. Die unsichere Expositionsabschätzung hat eine erhebliche Fehlklassifikation verursachen können. Versuche zur Verbesserung der Expositionsabschätzung waren von van Wijngaarden et al. (2001) vorgenommen worden. Seine Arbeitsgruppe fand ein erhöhtes Risiko für Frauen vor der Menopause mit Östrogenrezeptor-positivem Brustkrebs und langer Dauer einer hohen beruflichen EMF-Exposition. Allerdings war trotz der auf realen Messungen basierenden Verbesserungen die höchste Expositions-kategorie als „Industriearbeiterinnen“ klassifiziert worden. Dies stellt eine sehr grobe Klassifizierung dar und die Autoren hielten es für möglich, dass die beobachtete Assoziation durch andere Risiken für Brustkrebs bei Industriearbeiterinnen bedingt sein könnte.

Die in der neuen schwedischen Studie verwendete Arbeitsplatz-Expositionsmatrix lieferte Informationen zur Exposition für einen großen Teil der Studienteilnehmerinnen. Die Matrix basierte auf aktuellen Messungen von Frauen mit vielen verschiedenen Berufen im Kreis Stockholm. Es ist wahrscheinlich, dass der Umfang der Magnetfeldexposition sich im Laufe der Zeit bei einigen Berufen geändert hat. Vergleiche mit Messungen von vor 1985 hätten jedoch ergeben, dass dies in der neuen Studie vermutlich nicht zu einer relevanten Fehlklassifikation bei der Expositionsabschätzung geführt hat.

Es ist nicht bekannt, welcher Expositionsparameter möglicherweise der biologisch relevante ist. Im Allgemeinen wurde in den Studien der zeitgewichtete Durchschnitt verwendet. Andere vorgeschlagene Parameter sind Spitzenwerte der Exposition, kurzzeitige Änderungen in der Expositionsstärke und die Zeit, die in unterschiedlichen Expositionsniveaus verbracht wurde. In der neuen schwedischen Studie wurden alle diese diskutierten Parameter untersucht, ohne dass jedoch ein erhöhtes Risiko für einen von ihnen gefunden wurde. Zudem wurden verschiedene Zeitfenster analysiert: eine besonders starke Exposition kurz vor der Diagnose, eine Exposition mit einer zeitlichen Spanne von zehn Jahren vor der Diagnose und eine Exposition vor einem Lebensalter von 35 Jahren. In keinem Fall fand sich eine Tendenz für ein erhöhtes Risiko. Auch die Frage, ob die Tumoren Östrogenrezeptor-positiv oder -negativ waren, hatte keinen Einfluss auf das Risiko. In ihrer eigenen früheren Studie aus dem Jahre 2000 hatten die Autoren für Frauen unter 50 Jahren und für junge Frauen mit Östrogenrezeptor-positivem Brustkrebs ein erhöhtes Risiko bei vergleichsweise starker niederfrequenter EMF-Exposition ermittelt (Forssen et al. 2000). In ihrer aktuellen Arbeit weisen die Wissenschaftler jedoch darauf hin, dass die damals angegebenen relativen Risiken recht ungenau waren, da für viele Berufe, die typischerweise von Frauen ausgeübt werden, keine Expositionsinformationen vorlagen, was die Zahl der für die Analyse vorliegenden Personen stark limitierte. Sie vermuten daher, dass die erhöhten Risiken in ihrer früheren Studie auf Zufall basierten.

Franjo Grotenhermen

Quellen:

1. Brainard GC, Kavet R, Kheifets LI. The relationship between electromagnetic field and light exposures to melatonin and breast cancer risk: a review of the relevant literature. *J Pineal Res* 1999;26:65–100.
2. Caplan LS, Schoenfeld ER, O'Leary ES, et al. Breast cancer and electromagnetic fields—a review. *Ann Epidemiol* 2000;10:31–44.