

Notebooks

Elektrische und magnetische Felder

Notebooks gehören heute zum beruflichen und privaten Alltag wie selbstverständlich dazu. Der Kundendienstmonteur, der ins Haus kommt, um die defekte Waschmaschine zu reparieren, hat sein Notebook mit den Diagnoseprogrammen genau so selbstverständlich dabei wie der Geschäftsmann im ICE, der die Zeit der Bahnfahrt für die Erledigung beruflicher Aufgaben nutzt. Aber auch für viele baubiologische Messtechniker ist das Notebook mittlerweile zum wichtigen Mess-Hilfsmittel geworden. Im Rahmen eines baubiologischen Seminars bot sich die Möglichkeit, über 20 verschiedene Notebooks der Teilnehmer einmal hinsichtlich ihrer Emissionen von elektrischen und magnetischen Wechselfeldern gemäß TCO zu untersuchen.

Im Rahmen des Iphöfer Messtechnik-Seminars „Feldmessungen an Büroarbeitsplätzen“ vom 8. Oktober 2006 wurden unter anderem auch Messungen gemäß der schwedischen TCO-Norm für Computermonitore geübt und durchgeführt. Hierbei bot sich die einmalige Chance, die Emissionen der Bildschirme von Notebooks zu untersuchen. Da jeder der Teilnehmer über ein mitgebrachtes Notebook verfügte, konnten mehr als zwanzig unterschiedliche Geräte in den Vergleich einbezogen werden. Ein Resümee der dabei gewonnenen prinzipiellen Erkenntnisse wird im Folgenden vorgestellt.

Magnetische Wechselfelder

Die gemessenen magnetischen Wechselfelder betragen je nach Notebook-Typ zwischen 16 und 70 Nanotesla (nT) bei Netzteilbetrieb, mit der Mehrzahl unter 50 nT. Das Netzteil befand sich bei allen Messungen weit vom Notebook entfernt, so dass sein unmittelbarer Einfluss nicht mit erfasst wurde. Die Magnetfeld-Emissionen liegen allesamt deutlich unter dem Richtwert der TCO-Norm von 200 nT für das Frequenzband von 5 Hertz (Hz) bis 2 Kilohertz (kHz).

Interessant ist, dass bei einigen Notebooks die Magnetfelder leicht ansteigen, wenn sie mit Netzanschluss betrieben werden, bei anderen dagegen leicht absinken. Diese Effekte waren zwar deutlich zu registrieren, sind jedoch aufgrund der insgesamt

sehr niedrigen Emissionen nicht von Relevanz.

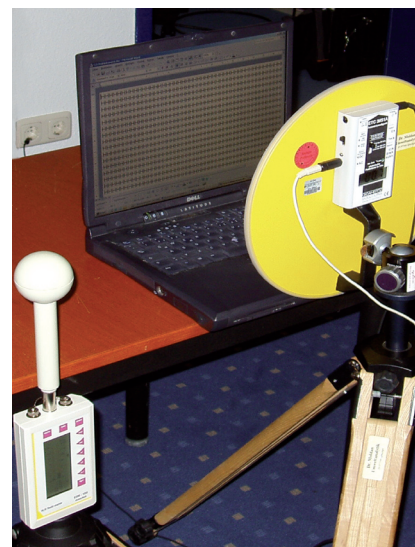
Elektrische Wechselfelder

Die TCO-Richtwerte für elektrische Wechselfelder im Frequenzband von 5 Hz bis 2 kHz liegen bei 10 Volt pro Meter (V/m).

Ganz wesentlichen Einfluss auf die Stärke der elektrischen Wechselfelder hat bei Netzteilbetrieb die Art des Netzsteckers, mit dem das Netzteil ausgestattet ist.

Beim Stecker mit Schutzkontakt („Schuko-Stecker“) liegen die Immisionen typischerweise zwischen 0,5 und 1,1 V/m. Bei Umpolen des Netzsteckers in der Steckdose sind keine signifikanten Änderungen zu verzeichnen; die Einsteckrichtung des Netzsteckers spielt somit keine Rolle. Werden die Notebooks ohne Netzteil betrieben, so erhöht sich die elektrische Feldstärke auf Werte zwischen ca. 3 und 35 V/m. Über den Schutzkontakt des Netzteilkabels wird offensichtlich eine Erdung des Notebooks bewirkt, die zu einer Reduzierung der elektrischen Feldemissionen führt. Insofern ist der Betrieb von Notebooks, deren Netzteil über einen Schuko-Stecker verfügt, mit angeschlossenem Netzteil empfehlenswert.

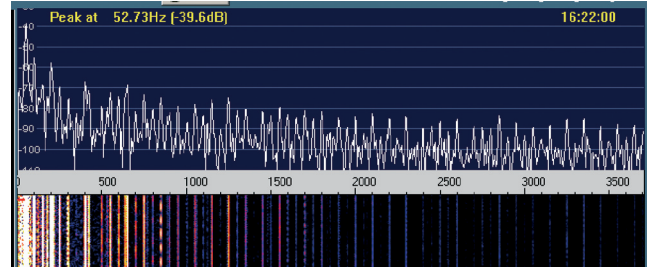
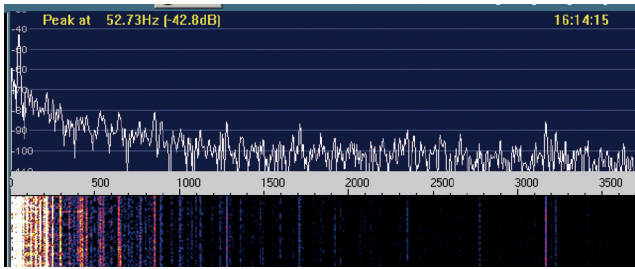
Beim zweipoligen, flachen Netzstecker ohne Schutzkontakt („Euro-Flachstecker“) zeigen sich dagegen völlig andere Verhältnisse. Hier liegen die gemessenen elektrischen



Messaufbau mit den Messgeräten für magnetische (links) und elektrische (rechts) Wechselfelder

Feldstärken zwischen ca. 400 und 625 V/m - relativ unabhängig davon, wie herum der Netzstecker in der Steckdose sitzt. Wird das Notebook ohne Netzteil betrieben, so reduzieren sich die Felder auch hier auf 3 bis 35 V/m. Beim Kauf eines Notebooks sollte man also unbedingt darauf achten, dass das Netzteilkabel über einen Schuko-Stecker verfügt.

Bei einem unlängst auf den Markt gebrachten Notebook eines großen Discounters ist das Netzteil mit einem Schalter ausgerüstet. Da das Netzkabel des Netzteils mit einem zweipoligen Flachstecker ausgestattet ist, sind die gemessenen 540 V/m bei eingeschaltetem Netzteil nicht verwunderlich.



Exemplarische Beispiele für die Spektren der elektrischen Wechselfelder von zwei verschiedenen Notebooks

Bei ausgeschaltetem Netzteil reduziert sich die Feldstärke auf 5,5 V/m - allerdings nur bei einer der beiden möglichen Positionen des Netzsteckers in der Steckdose. Umgepolt erreicht die Feldstärke den im gesamten untersuchten Feld einmaligen „Spitzenwert“ von 990 V/m. In dieser Position wird der Neutralleiter und nicht der spannungsführende Phasenleiter geschaltet, da offensichtlich nur ein einpoliger Schalter eingebaut ist.

Oberschwingungen

So komplexe elektronische Geräte wie Notebooks erzeugen nicht nur Felder auf einer Frequenz, sondern in einem breiteren Spektrum. Das Spektrum der elektrischen Wechselfelder wurde über die TCO-Feldsonde aufgenommen und mit einem Spektrumanalyseprogramm (FFT: Fast Fourier Transformation) auf einem Mess-Notebook analysiert. Die grafische Darstellung erfolgt dabei einmal als Spektrum und einmal als so genanntes Wasserfalldiagramm. Das Wasserfalldiagramm zeigt den Frequenz- und den Zeitverlauf eines Signals in einer gemeinsamen Darstellung. Wie aus den hier vorgestellten Bei-

spielen deutlich wird, sind die Spektralanteile verschiedener Notebooks durchaus unterschiedlich und reichen bis in den Kilohertz-Bereich.

Zusätzliche Betrachtung: Hochfrequenz

Alle neueren Notebooks sind mit einem WLAN-Modul (Wireless Local Area Network) ausgerüstet. Hiermit ist es möglich, über einen so genannten Access Point im eigenen Büro oder an den mittlerweile fast überall anzutreffenden „HotSpots“ in Hotels, Cafés usw. drahtlos im Internet zu surfen sowie Emails zu versenden und zu empfangen. Leider sind die WLAN Access Points - wie jede „richtige“ Basisstation der digitalen mobilen Funktechniken - Dauersender, die ständig ein Bereitschaftssignal aussenden, auch wenn gar keine Daten übertragen werden. Und auch die „Mobiles“, die Notebooks mit den eingebauten WLAN-Modulen, senden meist ständig bzw. nur mit kurzen Pausen, da sie permanent nach einem Access Point suchen. Im Auslieferungszustand ist das WLAN-Modul üblicherweise aktiviert. Man muss es also explizit abschalten. Dies geschieht entweder über eine eigene Taste am Notebook-Gehäuse oder über ein Software-Menü gemäß Bedienungsanleitung.

Randbedingungen der Messung und verwendete Messgeräte

Es wurden die elektrischen und magnetischen Wechselfelder breitbandig in einem Frequenzbereich von 5 Hertz bis 400 Kilohertz gemessen. Dieser umfasst sowohl das Band I (5 Hz - 2 kHz) als auch das Band II (2 kHz - 400 kHz) gemäß TCO.

Der Messabstand zwischen Notebook-Display und elektrischer bzw. magnetischer Feldsonde betrug 30 cm. Die Hintergrundimmissionen betragen weniger als 15 nT und 0,5 V/m.

Verwendete Messgeräte:

ETC 3951A (TCO-Tellersonde von Gigahertz Solutions) für das elektrische Feld, ESM 100 (Maschek) für das magnetische Feld. Bei der Magnetfeldsonde handelt es sich um eine isotrope, d.h. dreidimensional und richtungsunabhängig messende Sonde. Sie erfasst daher nicht nur die vom Display abgestrahlten Magnetfelder, sondern sämtliche vom Notebook emittierten magnetischen Wechselfelder, also auch die von der Tastatur und der sonstigen Elektronik stammenden.

Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der TCO-Tellersonde für die elektrischen Felder um eine gerichtete, nur eindimensionale messende Sonde. Diese erfasst nur die vom gegenüberliegenden Display emittierten elektrischen Felder, nicht die von senkrecht dazu liegenden Komponenten, wie z. B. der Tastatur.

Verwendete Literatur:

www.drmodalan.de/html/Seminarprogramm.htm
 Virnich, Martin H.: WLAN - Das drahtlose Überallnetzwerk;
www.baubiologie.net/docs/elektrosmog-wlan.pdf

*Dr.-Ing. Martin H. Virnich,
 Mönchengladbach
 Dr.-Ing. Dietrich Moldan, Iphofen
 Baubiologen IBN, Berufsverband
 Deutscher Baubiologen VDB e.V*