

Auswahl der Büroausstattung nach EMV-Kriterien

Karl-Heinz Otto

Büromöbel oder Teppiche gehören nicht unbedingt zum Tätigkeitsbereich von Elektrofachkräften – könnte man denken. Sowohl die Art als auch die Anordnung der Büroausstattung beeinflusst jedoch die elektromagnetische Verträglichkeit für Menschen und Geräte. Hier kann die Elektrofachkraft ihre Kunden zumindest beraten.

Große Unternehmen wie Banken und Versicherungen lassen ihre Büromöbel in der Regel von ihren Mitarbeitern – also von elektrotechnischen Laien – im Katalog aussuchen. Nach der Kostenprüfung bestellt man sie dann, wenn möglich in größeren Stückzahlen.

Spätestens nach ersten Beschwerden der Nutzer über Kopfschmerzen oder Bildschirmflimmern versuchen die Mitarbeiter »Schuldige« zu ermitteln. Selten gehen die betroffenen Firmen den tatsächlichen Ursachen nach.

Viele Büromöbelhersteller wissen offensichtlich nicht, dass einige ihrer Produkte EMV-Probleme verursachen. Folglich können sie ihren Kunden auch keine »Hinweise zu Risiken und Nebenwirkungen« geben.

Verändertes Büroumfeld

Die Zeit der Kugelkopf-Schreibmaschine, die auf einfachen Holztischen stand, ist längst vorbei. Die gute alte Schreibtischleuchte mit Allgebrauchsglühlampe, wie man sie noch in alten Filmen sieht, ist passe.

Stattdessen gehören PCs mit hoch auflösenden 19"- oder gar 21"-Bildschirmen, Laserdruckern und Netzwerkanschluss zum Basisprogramm eines Büros (Bild 1). Die Designer-Schreibtische

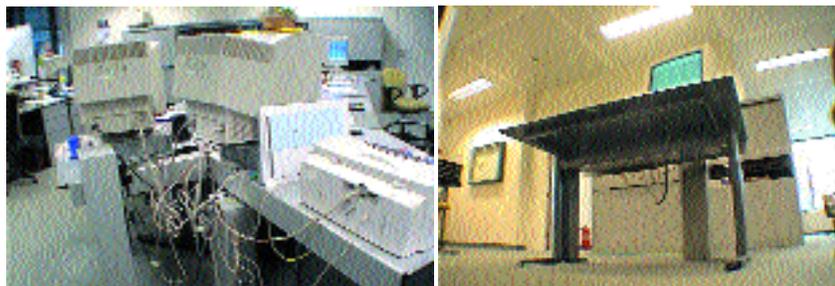


Bild 1: Standardsituation in modernen Büros: Schreibtische mit metallischen Konstruktionen, viele Bildschirme, Geräte mit Schaltnetzteilen, dimmbare Leuchten usw.

aus Metall sind ergonomisch gestylt, und die Kabel verschwinden in speziellen Kanälen. Der Holz- oder Linoleumfußboden wurde durch einen Teppichboden ersetzt. Damit dieser nicht frühzeitig verschleißt, legt der Büronutzer auf die Bodenfläche des Arbeitsplatzes eine Kunststoffplatte, damit die Kunststoffrollen der Drehstühle sich nicht eindrücken.

Die Schreibtischleuchten ersetzen man vielfach durch teure Beleuchtungssysteme mit elektronischen Vorschaltgeräten. Diese dimmen womöglich automatisch die Helligkeit in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung herunter. In den z.T. aus Metall bestehenden Decken sind Leuchtstoffröhren integriert.

Der Büronutzer sitzt in dieser Umgebung bis zu neun oder gar mehr Stunden am Arbeitsplatz und kommuniziert per E-Mail und Telefon, während er früher häufiger ein paar Schritte ins nächste Büro laufen musste.

Die Frage lautet nun: Welche Einflüsse wirken aus EMV-Sicht auf die Arbeitsplätze ein? Es sind in der Regel Gemische aus elektrischen und magnetischen Wechselfeldern sowie dauermagnetische und elektrostatische Komponenten. Aus EMV-Sicht wirken sich elektrische und magnetische Wechselfelder besonders intensiv aus. Bis ca. 30kHz kann der Elektrotechniker sie getrennt messen und beurteilen.

Elektrische Felder

Ein elektrisches Feld – Einheit 1 V/m – steht immer dann an, wenn eine Spannung vorhanden ist. Bereits über eine 230-V-Zuleitung eines Außenleiters lässt sich mit einem einfachen »Voltstick«

(Testinstrument, das ohne metallischen Kontakt eine Wechselfeld in Kabeln, Steckdosen, Schaltern usw. anzeigt) das elektrische Feld nachweisen. Nur wenn der Schukostecker zufällig richtig herum in der Steckdose steckt, schaltet ein einpoliger Schalter und auch die eingebaute Gerätesicherung den Außenleiter von PCs, Druckern, Bildschirmen und Leuchten tatsächlich ab. Anderenfalls wird nur der Rückleiter (Neutralleiter N) unterbrochen, und es liegt somit immer noch Spannung am Gerät an.

Untersuchungen in der Zeitschrift »Chip« zeigten vor Jahren einen Zusammenhang der unterschiedlichen Abstrahlungswirkung von elektromagnetischen Feldern von Monitoren in Abhängigkeit von der Steckerrichtung.

Hinzu kommt eine zusätzliche Brandgefahr: Der Außenleiter und PE stehen ständig an den Y-Kondensatoren der EDV-Geräte, die mitunter Brände verursachen. Der Nutzer geht ja davon aus, dass er die Geräte abgeschaltet hat. Dennoch kann unter diesen Umständen ein Brand entstehen.

Metallkörper – z.B. metallische Schreibtischplatten, Blenden usw. – fangen das Feld ein und strahlen es gleichzeitig großflächig wieder ab, wenn es nicht abgeleitet wird. Ein isoliert aufgestellter Schreibtisch »überträgt« also das elektrische Feld.



Bild 2: Kaltgerätestecker und -dose, hier kann der Anwender den Stecker nur in einer Richtung einstecken; Lage von L und N ist definiert

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Otto, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für elektrische Niederspannungsanlagen, Leistungs- und EDV-Elektronik, Neuss

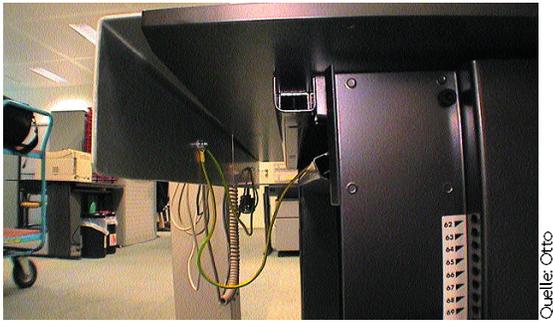


Bild 3: Metallische Tische können elektrische Felder einfangen und wieder abstrahlen; der PE-Anschluss aller Metallteile leitet diese zuverlässig zur Erde ab

Abhilfe

Sowohl elektrische als auch elektromagnetische Felder lassen sich bereits durch eine geerdete Al-Folie ableiten. Wird diese Folie nicht geerdet, breitet sich das elektrische Feld allerdings weiter über die gesamte Fläche aus.

Der Anwender sollte sich grundsätzlich nur Steckdosenleisten anschaffen, die der Hersteller ausdrücklich mit 2-poligem Ausschalter anbietet, und solche mit 1-poligem aussondern.

Sehr nützlich bei der Einhaltung einer einheitlichen Lage von Außen- und Neutralleiter sind so genannte Kaltgerätesteckdosen (Bild 2). Verteilerleisten lassen sich einfach mit diesen ausstatten und erzwingen so immer einen phasenrichtig Anschluss.

Bei einigen Geräten spielt die Phasenlage eine wichtige Rolle für deren eingebaute Filter. Dies gilt z. B. für hochwertige Server mit zwei Netzteilanschlüssen.

In vielen Fällen hilft auch ein zusätzlicher Anschluss des Metallgestells an einen erdungsfähigen Kontakt, um das elektrische Feld gegen Erde abzuleiten (Bild 3).

Magnetisches Feld

Ein magnetisches Feld – Einheit 1 A/m – steht immer dann an, wenn ein Strom fließt. Es durchdringt alle Metalle und lässt sich nur schwer abschirmen.

Ein unausgeglichenes Kabel (TN-C-System) erzeugt z. B. ein magnetisches Feld, da hier der Hin- und Rückstrom teilweise stark differieren.

Die Erzeugung von Gegenfeldern und Abschirmungen mit hochpermeablen Metallhauben kosten viel Geld und bringen nur selten den gewünschten Erfolg.

Ab einer magnetischen Flussdichte von 1 μT flimmern bereits die meisten Bildschirme und erzeugen für den Dauernutzer Augenbeschwerden, Kopfschmerzen und Unwohlsein.

Eine TN-C-Leitung unter der Decke eines Büroraumes als TN-C-System erzeugt schon bei Differenzströmen von einigen A magnetische Felder im Bereich 50 Hz bis 150 Hz.

Diese magnetischen Felder dringen ungehindert durch Stahlbetondecken und erzeugen in Schreibtischen mit Metallgestellen Gegenfelder, welche wieder auf Monitore zurückwirken.

Kommen noch Ströme der Eisenbahn im 16-2/3-Hz-Bereich dazu, ist das zeitweise Flimmern perfekt. Dabei

Merten
1/2Hoch, AS

EMV-TIPPS FÜR BÜROAUSSTATTUNG

Die folgenden Hinweise kann auch ein elektrotechnischer Laie bei seiner Beschaffung berücksichtigen. Die Elektrofachkraft hat hier eine beratende Funktion.

Schreibtische

- Vorzug Holztische mit Al-Untergestellen
- Eisengestelle ohne große Leiterschleifen
- Eisenmaterial ohne Restmagnetismus
- möglichst wenig Metallteile im Beinbereich
- Erdungsanschluss.

Schränke

- Metallflächen führen zu EMV-Reflexionen, wenn »abstrahlende« HF- Leuchten vorhanden sind; gilt auch für Regalsysteme mit Rohrgestellen und Metallflächen; in solchen Fällen Metallflächen erden.

Stühle

- Sitzfläche aus Naturstoffen, z. B. Baumwolle

- Zumindest eine Rolle sollte aus ableitfähigem Material bestehen; die Metallflächen sollten keine größeren Leiterschleifen bilden.

Fußbodenbeläge

- Ableitfähiger Bodenbelag (Ableitwiderstand im $k\Omega$ -Bereich)
- Werte nach Verlegung mit einem Isolationsmessgerät prüfen; Ableitwiderstände im $M\Omega$ -Bereich bauen keine Ladungen ab.

Beleuchtung

- Einsatz indirekter Leuchtmittel
- Decken aus Mineralstoff bevorzugen
- Metalldecken können zu Feldreflexionen führen
- EVG in Deckenleuchten durch einfache verlustarme Vorschaltgeräte substituieren; sie sind wesentlich preisgünstiger und stellen eine dämpfende induktive Last dar.

muss der Zug nicht direkt am Gebäude vorbeifahren. Der Bahnstrom fließt nicht nur auf den Schienen als Rückleiter, sondern auch auf allen Erdungs- und Potentialausgleichsleitungen eines Gebäudes zurück.

Je größer die geschlossene Leiterschleife eines Metallschreibtisches ist, desto leichter kann sich ein magnetisches Feld einkoppeln (Bild 4).

Metallunterkonstruktionen in Bürostühlen oder auch die Freischwinger-

rohrmöbel können ebenfalls magnetische Felder einkoppeln.

Auch auf dem Tisch stehende EDV-Geräte mit einem Transformator, z. B. bei vielen Tintenstrahldruckern, strahlen ein magnetisches Feld ab, welches über den Metalluntertisch auf Monitore und Mensch einwirkt.

Abgeschirmte Datenleitungen können bei fehlerhafter Elektroinstallation Betriebsströme führen. Dabei entstehen ebenfalls magnetische Felder.

Abhilfe

Grundsätzlich sollte in einem Gebäude die Elektroinstallation mit abgeschlossenen elektrischen Stromversorgungen nach dem TN-S-System ausgerüstet sein.

Die Summe der zufließenden Ströme muss an jedem Verzweigungspunkt denen der rückfließenden Ströme entsprechen. Dadurch heben sich die magnetischen Felder gegeneinander auf und können keine Kopplungen verursachen. Vorsicht ist bei Bypassschaltungen für USV-Systeme geboten.

Die Untergestelle von Schreibtischen sollten für EDV-Anwendung nicht aus einem ferromagnetischen Material ge-

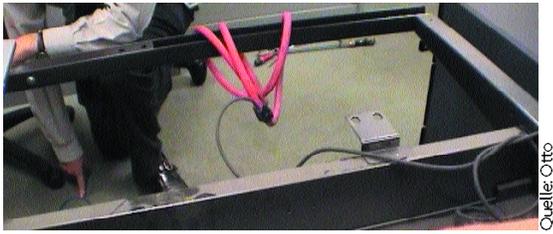


Bild 4: Mit der Rogowski-Spule lassen sich Ströme messen, die von außen einwirkenden Magnetfeldern hervorrühren

fertigt sein. Al- und Holzkonstruktionen verhalten sich im magnetischen Feld neutral.

Eine dennoch vorhandene Metallunterkonstruktion, sollte keine »geschlossene« Leiterschleife bilden; eine U-Form ist besonders vorteilhaft.

Es hilft in vielen Fällen, den geschlossenen Leiterkreis von Schreibtischen und Stühlen zu öffnen und ein Isolierstück einzubauen.

Dauermagnetisches Feld

Die Hersteller metallener Tischunterkonstruktionen müssen diese zusammenfügen. Hierfür verwenden sie u. a. auch Schweißverbindungen, die sie mit Hochstromschweißtransformatoren herstellen. Einige dieser Schweißnähte zeigten noch nach Monaten ein magnetisches Feld, welches in der Lage war, Datenträger wie Disketten und Magnetbänder zu beeinflussen.

In einigen Fällen war der Restmagnetismus noch so hoch, dass Farbbildschirme sich in den Ecken gelb und grün verfärbten. Mit einem einfachen Marschkompass kann die Elektrofachkraft diesen Effekt nachweisen.

Abhilfe

Mit einer so genannten Degaussingspule könnte der Hersteller das permanente Feld der Schweißnaht verwirbeln und dadurch unschädlich machen. Schweißkonstruktionen aus Nicht-Eisen-Metallen zeigten diese Effekte nicht.

Elektromagnetisches Feld

Diese Feldart ist eine Kombination aus elektrischem und magnetischem Feld und verlässt oberhalb von 30 kHz den »Draht«. Messtechnisch lassen sich die Felder nicht mehr trennen. Es ist quasi ein »Funksignal« in verschiedenen Frequenzbändern.

Fast alle EDV-Geräte sind mit internen oder externen Schaltnetzteilen ausgerüstet. Die Abstrahlung dieser Netzteile erzeugt elektromagnetische Komponenten und koppelt sich auf die Tischgestelle ein.

Moderne Leuchtensysteme in Büros verfügen über Schaltnetzteile (EVG = elektronische Vorschaltgeräte), welche den 50-Hz-Wechselstrom zunächst gleichrichten und anschließend auf eine Frequenz von ca. 30 kHz bis 150 kHz umrichten (Bild 5).

Dies hat viele Vorteile, z. B.:

- Leuchtröhren starten sofort durch
- Leuchtmittel halten länger
- Regelbarkeit der Lichtstärke
- Verringerung des Flimmerns.

Obo
1/2Hoch, AS

Diese Vorteile erkaufte man sich jedoch nicht ohne Nebenwirkungen, z. B.:

- Netzurückwirkung durch Oberschwingung auf das 230-V-Versorgungsnetz
- Kapazitive Netze (kapazitive Blindströme)
- In den Anfangsjahren häufig Ausfälle der Vorschaltgeräte
- Hohe Beschaffungskosten
- Abstrahlung der »Sendeleistung« eines Langwellensenders als kombiniertes elektromagnetisches Feld.

Dieses letztgenannte harte Abstrahlen von Langwellen führt an metallischen Flächen zu Reflexionen und Einkopplung auf geschlossene metallische Kreise. Z. B. bildet sich in Metallkonstruktionen von Bürostühlen, Tischen und Schränken ein Gegenfeld im Frequenzgang der Leuchtmittel. Besonders kritisch sind Leuchten, deren Frequenz durch die Dimmer-Regler-Funktion beeinflusst werden kann.

Es gibt Büroliegenschaften, in denen das Personal nicht mehr arbeiten möchte. Es kam dort zu erheblichen Feldbeeinflussungen der Mitarbeiter. Ein Radio im Mittelwellen- oder gar Langwellenbereich konnten die Leute dort z. B.

nicht mehr betreiben. Außerdem gilt es inzwischen als sehr wahrscheinlich, dass die Langwellen bei den Mitarbeitern halbkreisförmig Einkerbungen auf der normalen Fettschicht der Oberschenkel hervorriefen. Sie bildeten sich exakt in der Tischkantenhöhe von 72 cm. Mediziner bezeichnen dies auch als LS-Syndrom (Lipoatrophia Semicircularis). Nach einer längeren Abwesenheit vom Arbeitsplatz verschwanden diese Symptome. Infolge eines Austauschs der elektronischen Vorschaltgeräte gegen normale verlustarme Vorschaltgeräte verminderten sich die Beschwerden.

Abhilfe

Die Tische sollten im Beinbereich keine »Leiterschleifen« eingebaut haben, in die sich elektromagnetische Felder von Leuchten oder EDV-Geräten einkoppeln können. Tische mit einem Unterbau aus Al und keinem Metallteil im Beinbereich sollten vorrangig genutzt werden.

Metallteile sollte man zusätzlich mit dem Erdpotential verbinden, damit sich elektrische und elektromagnetische Felder abbauen können.



Bild 5: Leuchte mit elektronischem Vorschaltgerät strahlt elektromagnetisches Feld mit einer Frequenz von 26,42 kHz ab

Steckdosenleisten müssen 2-polig abschaltbar sein, z. B. unverpolbare Kaltgeräteanschlüsse für EDV-Geräte. Tischleuchten mit 2-poligem »Europastecker« müssen vermieden werden.

Elektrostatische Aufladungen

Bewegungen von einander berührenden unterschiedlichen isolierenden Stoffen können zur Ladungstrennung und Aufladung der beteiligten Stoffe führen. Je nach Luftfeuchte erzeugen so z. B. die Rollen der Stühle auf Teppich- und Kunststoffböden oder die synthetische Kleidung der Nutzer auf ihrer Sitzfläche hohe Spannungen bis in den kV-Bereich. Die Folge sind unangenehme Funken und Entladungen an geerdeten EDV-Geräten. Sie führen zu Fehlfunktionen, Schnittstellenschäden sowie zu unangenehmen Empfindungen.

Abhilfe

Bodenbeläge mit hoher Ableitfähigkeit verhindern wirksam statische Aufladungen. Die Luftfeuchte sollte nicht unter 45 % absinken. Wenn wenigstens eine der Stuhlrollen aus ableitfähigem Material besteht, können Aufladungen gezielt langsam zur Erde abfließen.

Fazit

In modernen Büroumgebungen sollten sich die Betreiber auch bei Planung und Beschaffung ihrer Innenausstattung auf alle Fälle den Rat von Elektrofachkräften einholen. Es bleibt zu hoffen, dass auch die Hersteller die EMV-Belange künftig bei der Entwicklung ihrer Produkte mehr berücksichtigen. ■

Hausmann
1/4 2sp
4c