

# EMV-Messungen an KNX-Installationen

Viele elektrobiologisch orientierte Bauherren sind heute bezüglich der EMV-Problematik teilweise verunsichert, da mit den Buskabeln und -geräten, die ja meist im kHz-Bereich arbeiten, zusätzliche «Strahler» eingebaut werden. Auch bezüglich Funkmodulen anstelle von Buskabeln, ist man teilweise skeptisch. Meist herrscht Unklarheit über die Höhe der elektromagnetischen Wechselfelder, welche durch die Telegramme bzw. der angeschlossenen Busgeräte erzeugt werden.

Hans R. Ris

Die klassische Elektroinstallation mit Rohrverlegung für das 50 Hz-Netz ist nach dem Prinzip «Direktverbindung» von der Abzweigdose – Schalter – Steckdosen – Verbraucher aufgebaut. Bei umfangreichen Installationen mit vielen Leitungen ist nicht nur die Installation aufwändig, auch die Umgebungsbelastung mit elektrischen und magnetischen Feldern kann zu Diskussionen Anlass geben. Allerdings liegen die Werte in praktisch allen Fällen weit

unterhalb der in der Verordnung «Schutz vor nichtionisierender Strahlung» NISV SR 814.710 definierten Grenzwerten.

Aus der Sicht der NISV wie auch verschiedener Elektrobiologen ist es empfehlenswert, den aus physikalischen Gründen bei Elektroinstallationen entstehende «Elektrosmog» vor allem in Wohn- und Schlafbereichen zu minimieren. Zusätzlich gilt es auch die Vielfalt empfindlicher Elektrogeräte vor Störungen zu schützen. Die EMV, die Elektromagnetische Verträglichkeit, ist

EMV-Messungen an KNX-Installationen: Aktive Monopolantenne und KNX-Kabel mit Bediengeräten auf dem Tisch in den Labors der Hochschule für Technik Zürich HSZ-T. Die gemessenen Feldstärken von KNX-Installationen sind sehr schwach und haben nach heutigen Erkenntnissen keine biologischen Auswirkungen auf Lebewesen.

hier das Thema. Durch eine geschickte Rohrführung, vor allem den Randzonen der Räume entlang, statt «kreuz und quer», lassen sich die Felder reduzieren. Denn in diesen Zonen halten sich Menschen meist nicht dauernd auf.

## Elektrosmog ist physikalisch bedingt

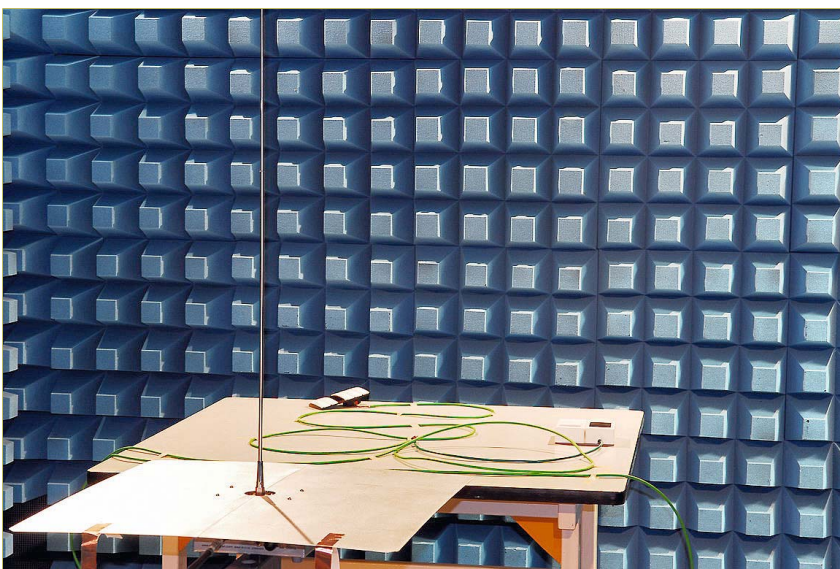
Freilich ist das Grundproblem der EMV aus physikalischen Gründen gar nicht lösbar. Denn jeder Spannung führende Leiter strahlt ein elektrisches Feld ab und sobald ein elektrischer Strom fließt, kommt ein elektromagnetisches Feld dazu. Beide Felder lassen sich nur bedingt abschirmen – ein Restfeld bleibt immer vorhanden. Zusätzlich kommt dazu: Jeder elektrische Leiter ist einerseits «Sender» und andererseits «Empfänger» elektromagnetischer Strahlung. Verschiedene Normen sorgen aber dafür, dass die Probleme elektromagnetischer Felder beherrschbar bleiben.

Werden anstelle klassischer Elektroinstallationen Buslösungen installiert, so wird bei geschickter Planung massiv Leitermaterial beim 50 Hz-Netz eingespart, indes kommen nun aber die Busleitungen und die dazu notwendigen Geräte dazu.

## Kein Elektrosmog durch Buskabel

Unter der Federführung von *Arnold Engineering und Beratung*, Opfikon, beauftragte die *KNX Swiss* die *Hochschule für Technik Zürich HSZ-T*, Messungen an einem KNX-Buskabel 2 x 2 x 0,8 mm samt Bedienstation und an einem KNX-Funkmodul durchzuführen. Als Vergleich wurde auch ein 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> T-Draht in einem Kunststoff-Installationsrohr samt verschiedenen Verbrauchern gemessen. Die Installation sollte einer realen Anlage entsprechen, wurde aber labormässig etwas vereinfacht in einer Absorberkammer aufgebaut.

Beim Europäischen Installationsbus KNX beträgt die Systemspannung 24 V DC und die Busteilnehmer beziehen je



6,25 mA (150 mW). Bereits aus diesen Eckdaten ist ersichtlich, dass kaum gravierende Probleme bezüglich der abgestrahlten Felder entstehen können.

Die Datenpakete des KNX-Telegramms bestehen gemäss *Bild 1* aus digitalen Signalen mit konstantem Sendepiegel. Die Bitlänge beträgt 104  $\mu$ s und die Datenrate 9615 Bit/s entsprechend einer Frequenz von 9,615 kHz. Auf Grund der Flankensteilheit sind aber Frequenzen bis in den MHz-Bereich zu erreichen.

Da elektrische Leiter nicht nur als Sender, sondern auch als Empfänger wirken, ist nicht nur entscheidend, was in die Kabel signalmässig eingespeist wird, sondern auch, welche Störsignale auf das Kabel an seinen Enden einkoppeln. Es werden daher nicht nur die eingespeisten Nutzsignale (Telegramme) abgestrahlt, sondern auch zusätzlich die eingekoppelten Störsignale.

Um die schwachen Nutzsignale überhaupt erkenntlich zu machen, waren während den Messungen gewisse EMV-Massnahmen erforderlich. Betroffen war vor allem der Schirm des Kabels. Denn dieser ist gemäss KNX im normalen Gebrauch nicht gewollt geerdet. Während den Messungen wurde dieser aber geerdet, so dass die Nutzsignale nicht von den Störsignalen überdeckt wurden.

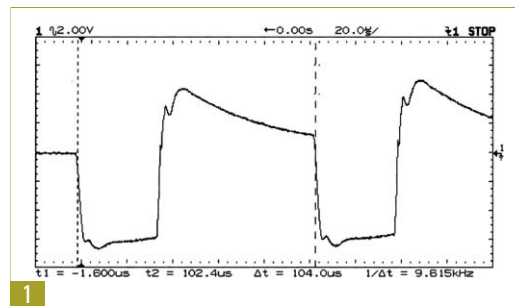
Für den relativ tiefen Frequenzbereich des KNX-Signals gibt es keine

EN-/SN-Messnorm. Die Messtechniker der HSZ-T stützen sich daher auf die Norm MIL-STD-461D/462D aus der Militärtechnik. Gemessen wurde im Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz.

### Messungen KNX-Buskabel

Es wurden zwei verschiedene Messaufbauten im Frequenzbereich 10 kHz bis 100 kHz getestet.

- **Prüfaufbau 1:** Auf einem Tisch wurde ein KNX-Kabel ausgelegt und zwei Bedienstationen angeschlossen. *Bild 2* zeigt den abgestrahlten Störpegel mit und ohne KNX-Signal, wenn der Schirm des Kabels nicht angeschlossen ist. Das KNX-Signal ist mit 10 dB über dem Grundrauschpegel kaum bemerkbar und wird von diesem praktisch überdeckt. Die Spitze bei 63 kHz wird vom Telegrammgenerator verursacht. Schliesst man den Schirm des KNX-Kabels bei der Absorberkammer an Erde (*Bild 3*), so kann das Grundrauschen des Messaufbaus um ca. 15 – 20 dB gesenkt werden. Die Störungen, verursacht durch das KNX-Signal, werden dann gut sichtbar, sind aber nicht grösser als maximal ca. 40 dB $\mu$ V/m (0,1 mV/m).
- **Prüfaufbau 2:** Hier lag nur ein Kabelstück, von 1m Länge frei auf dem Tisch, der Rest des Kabels wurde mit Aluminiumfolie abgeschirmt. Bei den Messungen mit dem KNX-Signal



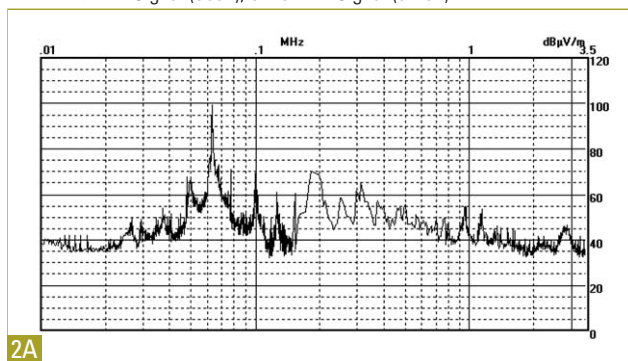
1 KNX-Telegramm

treten bei einzelnen Frequenzen Spitzen auf, die maximal ca. 10 dB über den Werten der Messungen ohne KNX-Signal liegen.

Auch hier verbessert die Erdung des KNX-Kabel-Schirmes gemäss *Bild 4* die Situation. So können die Feldstärken um ca. 20 dB gesenkt werden und die Störungen, verursacht durch das KNX-Signal, sind nicht mehr sichtbar. Man kann davon ausgehen, dass bei der Installation der Kabel, mit Längen von einigen Metern, die Feldstärken des KNX-Signals im Maximum ca. 5 dB bis 10 dB höher werden.

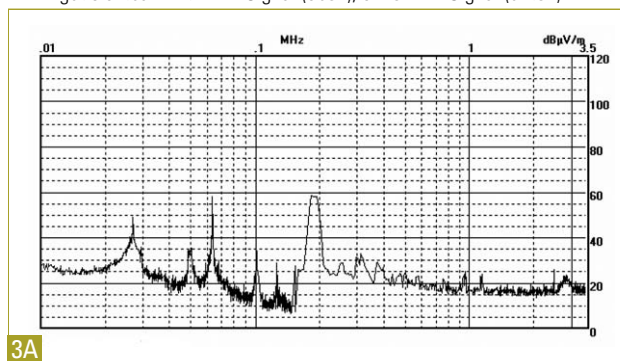
Bei allen Messungen liegen die Störpegel des KNX-Telegramms bei 0,1 mV/m und damit weit unterhalb des NISV-Vorsorgegrenzwertes von 4 V/m. Vergleicht man einen Kurzwellensender mit gutem Empfang, so steht hier eine ver-

2A/B: Prüfaufbau 1: Abgestrahlter Störpegel KNX-Kabel, Schirm beidseitig nicht angeschlossen. Das KNX-Signal ist kaum bemerkbar: mit KNX-Signal (oben), ohne KNX Signal (unten).

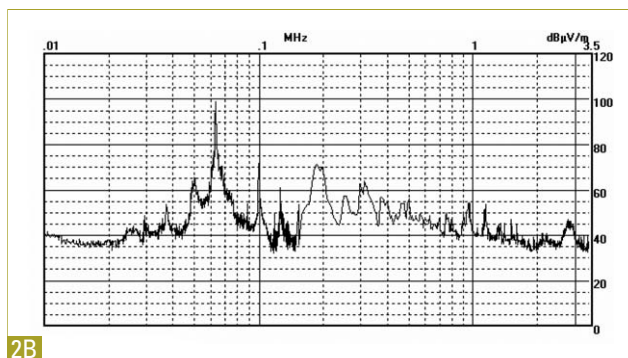


2A

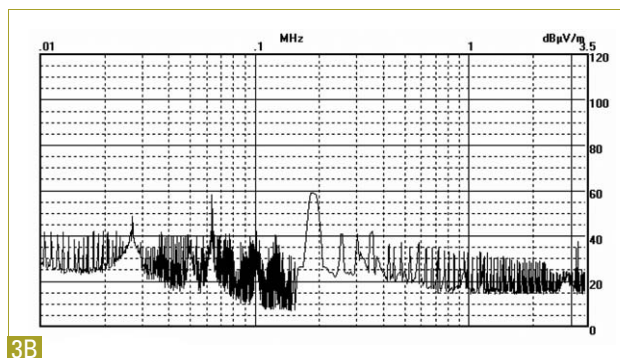
3A/B: Prüfaufbau 2: Abgestrahlter Störpegel KNX-Kabel, Schirm bei der Einführung in die Absorberkammer geerdet. Das KNX-Signal ist gut sichtbar: mit KNX-Signal (oben), ohne KNX Signal (unten).



3A



2B



3B





4 Wird der Schirm des KNX-Kabels bei der Einführung in die Absorberkammer geerdet, so können die Feldstärken um ca. 20 dB gesenkt werden und die Störungen, verursacht durch das KNX-Signal, sind nicht mehr sichtbar.



5 BiConiLog Antenne und Hager Funk-Taster WHT390 auf Tisch an Holzklötzchen befestigt, Taster wird mit Holzstab betätigt, Bedientasten gegen die Messantenne gerichtet.

gleichbare Feldstärke von 0,1 mV/m bis 0,5 mV/m zur Verfügung.

#### Messungen an Funk-Taster

Als Funk-Taster wurde ein Typ Hager WHT 390 eingesetzt und die Feldstärken gemäss EN 55022 bei 868,3 MHz, das ist die Sendefrequenz des Funktasters, in der Absorberkammer in 3 m Abstand gemessen. Dieses batteriebetriebene Funkmodul sendet bei jeder Betätigung des Tasters einen kurzen Impuls mit einer Sendeleistung von 5 mW aus. Funksignale werden somit nur bei Datenverkehr gesendet. Um die Messung nicht durch die Bedienperson zu beeinflussen, wurde die Taste mit einem Holzstab (Bild 5) betätigt.

Die Messwerte liegen je nach Ausrichtung der Antenne und Anordnung der Bedientasten zwischen 81 dB $\mu$ V/m bis 100 dB $\mu$ V/m (11 mV/m bis 100 mV/m) und liegen damit auch hier weit unterhalb des NSIV-Vorsorgegrenzwertes von 4 V/m. Als Vergleich sei ein GSM-Handy bis 2 W erwähnt, das Spitzenwerte bei 3 m Abstand von bis 3 V/m aussendet.

#### Messungen an 230 V-Kabel

Als Vergleich mit der Messung des KNX-Kabels wurde ein Installations-Kabel 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> T-Draht in einem Kunststoff-Installationsrohr in gleicher Messanordnung (Bild 6) getestet. Mit 1 m Länge lag es frei auf dem Tisch, der Rest war ebenso abgeschirmt mit Aluminiumfolie.

Das Ende des Kabels wurde von ausserhalb der Absorberkammer mit 230 V gespeist und am Ende mit unterschiedlichen Verbrauchern (verschiedene

Schaltnetzteile, Ladegeräte, Glühlampen) belastet.

Im Frequenzbereich von 180 kHz bis 3,5 MHz ergab sich ein Maximalwert von 1 mV/m.

#### Die biologische Sicht

Hochfrequente elektromagnetische Strahlung kann bei hohen Feldstärken bei Lebewesen Erwärmungseffekte, aber auch andere Effekte zur Folge haben. Im Umfeld normaler elektrischer Installationen und insbesondere die bei Buskabeln und deren Geräten auftretenden niedrigen Feldstärken in der Grössenordnung bis etwa 0,1 V/m, sind keine solchen Effekte feststellbar. Beim üblichen Betrieb mit diesen schwachen Feldstärken, sieht das BAG Bundesamt für Gesundheit keine Probleme.

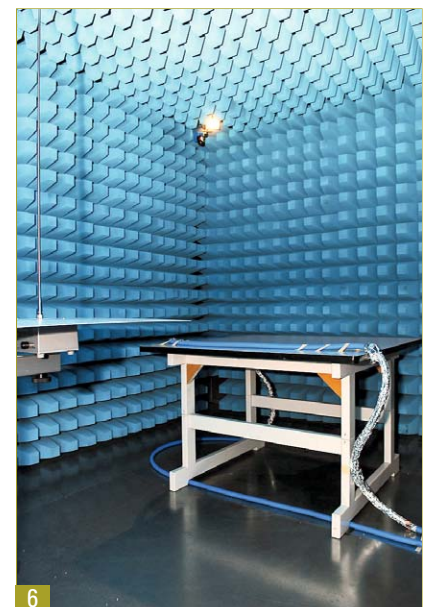
- Die gemessenen Feldstärken von KNX-Installationen sind viel schwächer als bei anderen drahtlosen Netzwerken. Selbst bei Kurzwellensendern sind für einen guten Empfang 0,1 mV/m erwünscht.
- Die Buskommandosignale stehen nur für sehr kurze Zeiten im Sekundenbereich an. Dem gegenüber sind die Emissionen von Stecknetzteilen und Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten meist stundenlang in Betrieb. So generiert zum Beispiel eine Stehleuchte eine Feldstärke von 0,5 mV/m.

Der in der NISV festgelegte Grenzwert von 4 V/m bezieht sich auf die thermische Wirkung elektromagnetischer Strahlung. Gemäss heutigem Kenntnisstand sind die durch drahtlose Netzwerke erzeugten hochfrequenten elektromagnetischen Strahlungen zu

schwach, um über Absorptionseffekte eine Temperaturerhöhung zu bewirken bzw. negative gesundheitliche Effekte auszulösen. Allerdings sind auch nicht-thermische Auswirkungen denkbar. Diese sind momentan aber noch zu wenig erforscht.

Quelle: KNX-Swiss: Messung der elektrischen Feldstärke eines KNX-Kabels, eines Installationsaufbaus und eines Funktasters im EMV-Labor der Hochschule für Technik Zürich.

6 Aktive Monopolantenne und 230 V-Kabel 1 m frei auf dem Messtisch. (Restliches Kabel ist mit Al-Folie abgeschirmt).



6