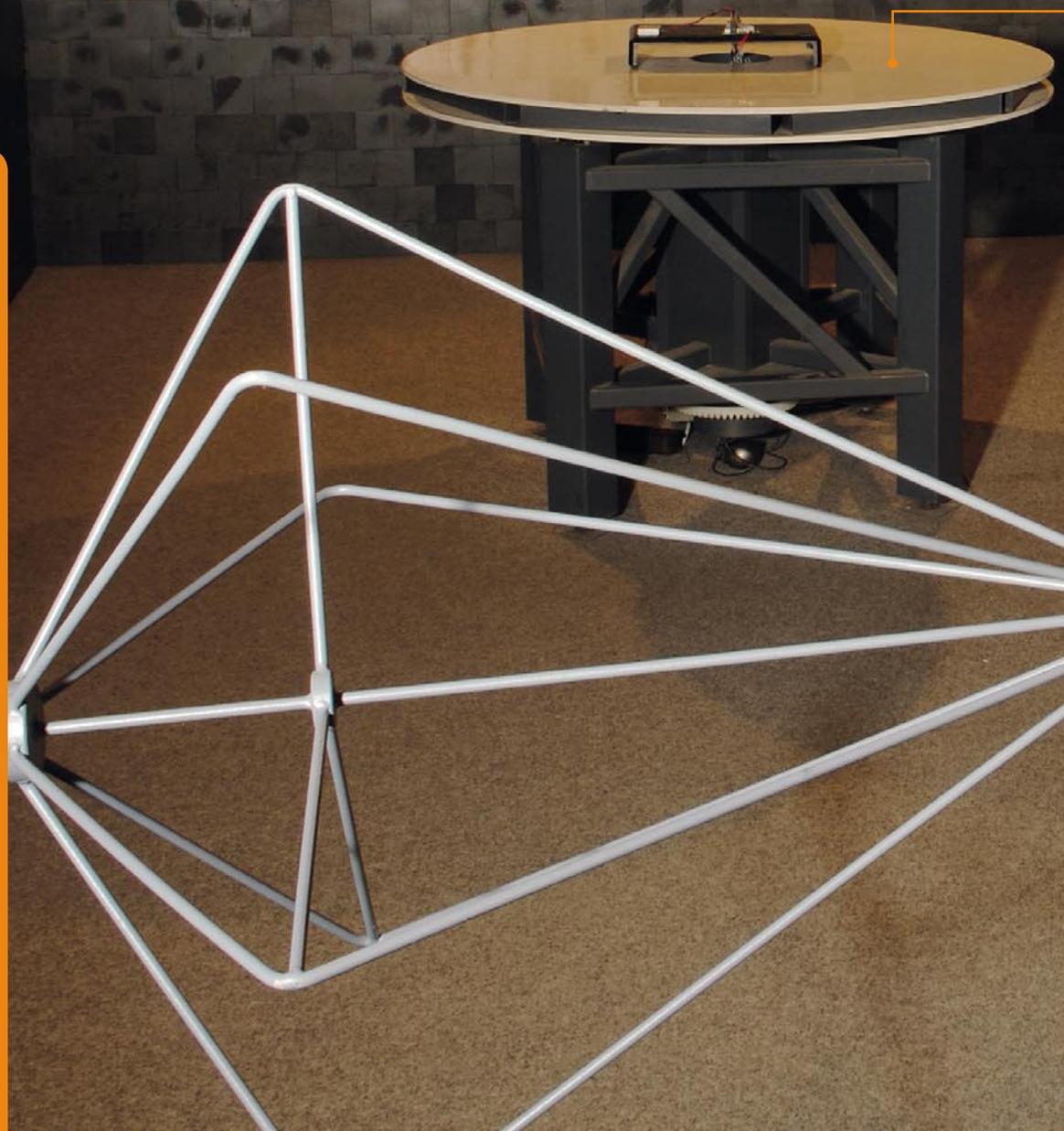


Praxiswissen

Gestrahlte Störaussendungen

Praxiswissen: Gestrahlte Störaussendungen

Fast alle elektronischen Geräte können Störaussendungen verursachen, die andere Geräte in ihrer Funktion beeinträchtigen. Besonders auffallend ist dies, wenn elektrische Geräte den Rundfunkempfang hörbar stören. Das typische Störgeräusch eines Mobiltelefons hat bestimmt jeder schon einmal wahrgenommen. Aber nicht nur das. Gestrahlte Störgrößen können auch wichtige Funktionen bei anderen Geräten außer Betrieb setzen, wenn die durch die Richtlinien bzw. Normen vorgegebenen Grenzwerte gestrahlter Störgrößen nicht eingehalten werden.



Die Störenfriede

Einige Beispiele für Geräte, die Störaussendungen verursachen können, sind z. B. Schaltnetzteile (auch mit kleiner Ausgangsleistung), prozessorgesteuerte Geräte, Geräte, die für einen Funkbetrieb vorgesehen sind. All diese aufgeführten Geräte können in einem weiten Frequenzspektrum Störungen verursachen. Alle Geräte werden für eine Bewertung der Störaussendung gemäß Richtlinien und Normen in verschiedene Kategorien eingeteilt.

Wie entstehen gestrahlte Störaussendungen?

Eine Störaussendung entsteht immer dann, wenn eine Wechselgröße (Strom, Spannung) im Gerät vorhanden ist und diese zur Abstrahlung kommt. Dabei gibt es sowohl niederfrequente Abstrahlungen, z. B. Magnetfelder von Transformatoren sowie auch hochfrequente Abstrahlungen in Form von elektromagnetischen Feldern (Funk-Störaussendungen), die durch die „Antennenwirkungen“ des Gerätes zur Abstrahlung gebracht werden können. Antennen sind im Prinzip Schwingkreise, die bekanntlich mindestens eine Spule und einen Kondensator enthalten. Der umgeformte (aufgeklappte) Kondensator in diesem Schwingkreis bildet den Dipol bzw. die Antenne. Hervorragende Antennen sind – bei genauem Hinsehen – in elektronischen Geräten genügend vorhanden. Dies können in dem Gerät vorhandene Leiterbahnen auf den Platinen sein oder auch Stromversorgungsleitungen und andere I/O-Leitungen, die für den Betrieb des Gerätes notwendig sind. Der Gegenpol ist hier meist die Massefläche. In der Praxis zeigt sich immer wieder, dass angeschlossene Leitungen sehr oft für Störaussendungen verantwortlich sind. Die Intensität der Störaussendung ist immer abhängig von der vorliegenden Signalform und von den geometrischen Eigenschaften des Gerätes.



Bild 1: Drehbarer Kunststoff-Tisch

Wie werden Störaussendungen gemessen?

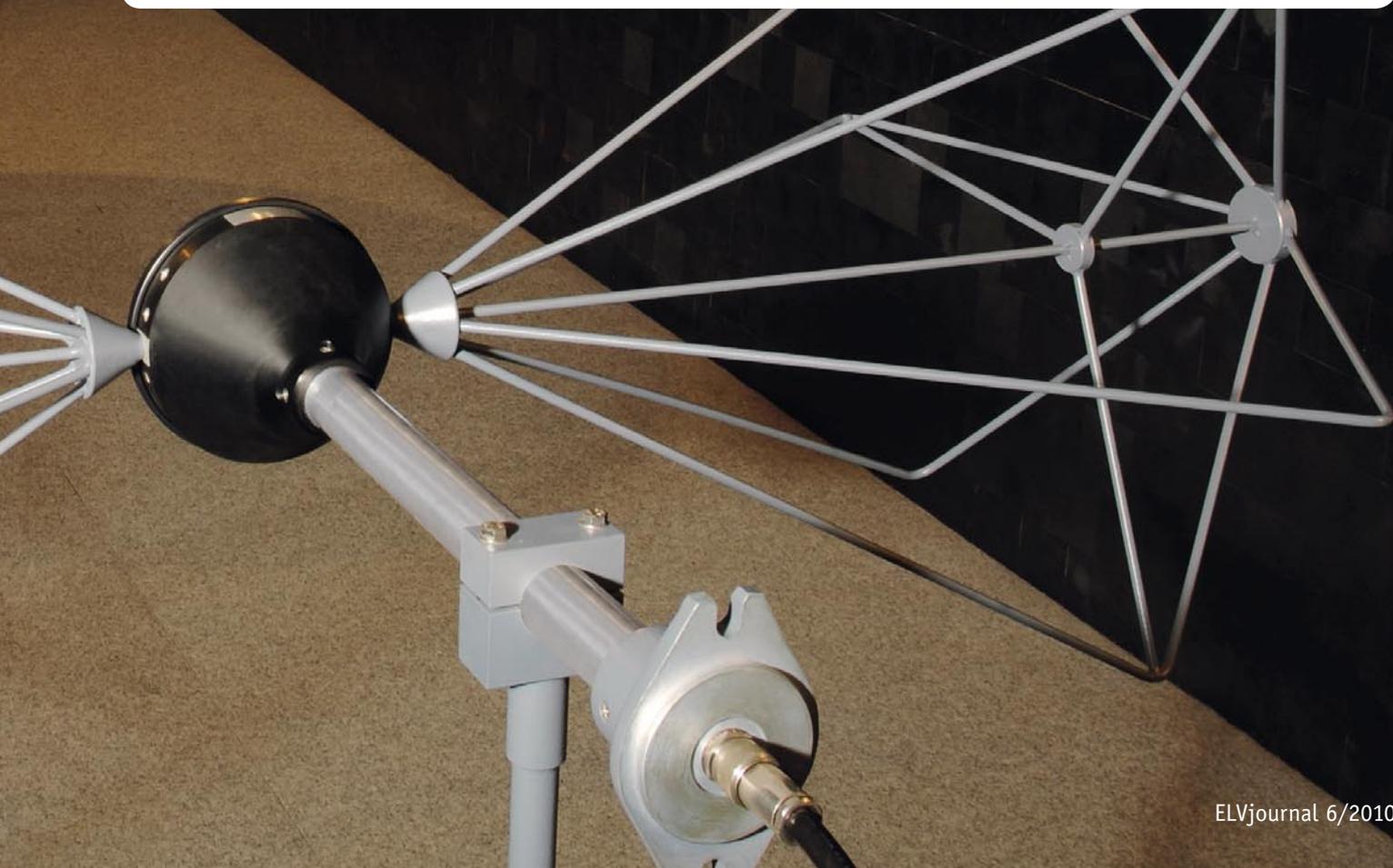
Zunächst muss definiert werden, welche Störungen gemessen werden müssen. Man unterscheidet zwischen leitungsgebundenen und gestrahlten Störungen. Die leitungsgebundenen Störungen wurden schon im letzten Artikel dieser Serie näher erläutert. Wir wollen uns hier mit den gestrahlten Störaussendungen beschäftigen. Geläufige Normen sehen vor, gestrahlte Störgrößen in einem Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz zu messen. Produkte, die Störungen im höheren Frequenzbereich verursachen können, müssen nach den dafür vorgesehenen Normen auch über 1 GHz geprüft werden.

Eine Messung erfolgt auf einem Freifeldmessplatz oder in einer Absorberhalle. Die Absorberhalle wird in den Normen auch als alternativer Messplatz bezeichnet. Der Freifeldmessplatz ist eine Vorgabe aus den Normen und gilt somit als Referenz. Ein Freifeldmessplatz ist in Bild 2 beschrieben.

Die Bodenfläche, auch als Groundplane bezeichnet, besteht üblicherweise aus einem metallischen, reflektierenden Material. Die Entfernung „R“ wird in der Norm als Standard mit 10 m beschrieben.

Ein Nachweis über die Eignung des Messplatzes muss nach einem genau festgelegten Verfahren erbracht werden. Ein typischer Freifeldmessplatz ist in Bild 3 zu sehen.

Alternativ können aber auch Absorberhallen verwendet werden (Bild 4). Vorteil ist hier, dass wetterunabhängige und von allen Umgebungsstörungen unabhängige Messungen durchgeführt werden können. Absorbiert werden in solchen Hallen alle Funkstörungen, die eine Reflexion verursachen können. Diese könnten dann phasenver-



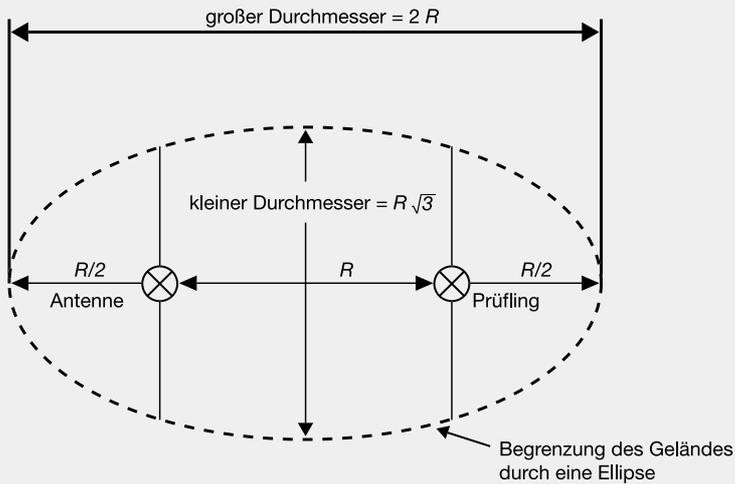


Bild 2: Schematische Darstellung eines Freifeldmessplatzes

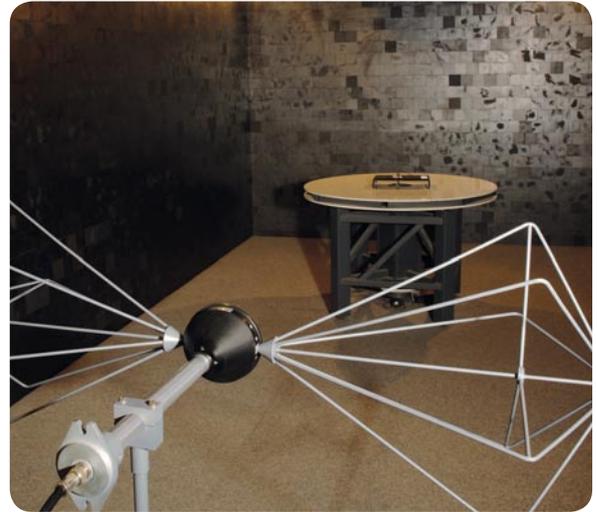


Bild 4: Vollabsorberhalle (alternativer Messplatz) der Fa. ELV/eQ-3 Entwicklung GmbH



Bild 3: Freifeldmessplatz der Fa. Phoenix Testlab mit Wetterschutz

schoben zu dem eigentlich zu messenden Signal auf die Antenne treffen. Was natürlich zu einem falschen Messergebnis führt. Zu beachten ist bei Vollabsorberhallen, dass hier die Reflexion von der Grundplane nicht berücksichtigt wird. In Vollabsorberhallen muss der Grenzwert deshalb um 6 dB gemäß Normung nach unten korrigiert werden, um die nötige Sicherheit

zu gewährleisten. Weiterhin kann der Abstand des zu messenden Prüflings und der Messantenne auf 3 m reduziert werden, um die nötige Sicherheit zu gewährleisten. Da der gemessene Pegel bei dem geringeren Abstand natürlich erhöht ist, ist dieser nochmals zu korrigieren. Dieser kann aus der Beziehung der Fernfeldbedingungen errechnet werden und beträgt 10 dB.



Bild 5: Messempfänger

Dieser Artikel soll an einem Beispiel verdeutlichen, welche Maßnahmen in Bezug auf die Störaussendung ergriffen werden müssen, um ein Gerät „marktfähig“ zu machen. Alle Messungen dazu erfolgten in einer Absorberhalle.

Als Beispiel möchten wir ein aktuell in der Entwicklung befindliches Gerät betrachten. Es handelt sich hier um ein Gerät, das kürzlich in unserer EMV-Abteilung entstört wurde: das LED-I²C. Eine kurze Beschreibung des Gerätes und weitere Bilder finden Sie im Web-Shop unter der Artikel-Nr. JE-983-77. Das Gerät wird im „ELVjournal“ 1/2011 vorgestellt werden. Ein LED-Treiber, der über einen I²C-Bus gesteuert werden kann. Das Gerät wurde nach der Norm EN 55022 bewertet. Die Norm EN 55022 beschreibt Grenzwerte für die Störaussendung von informationstechnischen Einrichtungen (ITE). Da das Gerät einen I²C-Bus besitzt und an informationstechnische Einrichtungen angeschlossen werden kann, wurde unter Verantwortung des Herstellers diese Norm gewählt.

Das Gerät hatte vor einer Entstörung erhebliche Störaussendungen, die über dem Grenzwert lagen. Die Werte sind mit einem Messempfänger aufgenommen worden. Der verwendete Messempfänger (Bild 5) von der Fa. Rohde & Schwarz ist in der Lage, über einen Frequenzbereich von 20 MHz bis 1 GHz zu messen. Die Messung ist in Bild 6 dargestellt. Der Schaltplan ist in Bild 7 zu sehen. Die gestrahlte Störaussendung wurde zunächst in dem Frequenzbereich 30 bis 200 MHz gemessen mit einem Messempfänger und einer Antenne, die für diesen Frequenzbereich ausgelegt ist. Unter Vorgabe eines Grenzwertes (EN 55022) von 40 dB μ V/m (rote Linie in Bild 6) zeigt sich ein negatives Ergebnis. Deutlich wird hier, dass sich die Störaussendungen in einem Abstand von 25 MHz wiederholen. Verantwortlich für diese Störung ist der LED-Treiber-Baustein IC 1. Dieser Baustein besitzt intern einen Oszillator, der mit ca. 25 MHz betrieben wird. Die Vielfachen dieser Frequenz (Oberschwingungen) lassen sich mit der Fourier-Analyse beschreiben.

Die Anschlüsse LED 1 bis LED 16 wurden für die Prüfung mit 1 m langen Leitungen und LEDs versehen. Ebenso wurden die I²C-Schnittstelle (ST 1) und die Versorgungsspannung (KL 1) mit langen Leitungen versehen (Bild 8). Somit wurde ein ungünstiger Betriebsfall hergestellt, der eine hohe Störaussendung erwarten lässt. Die Position spielt ebenfalls eine Rolle für die Störaussendung. Diese kann mit einem Drehtisch geändert werden (Bild 1).

Es zeigte sich, dass die Störungen über die angeschlossenen Leitungen in die Umgebung abgestrahlt wurden. Die Antennenwirkung der Leitungen wurde hier mal wieder bewiesen. Ein Versuch, den Treiber-Baustein mit üblichen Mitteln zu entstören – wie z. B. einer besseren Masseanbindung oder einer anderen Wahl der Stützkondensatoren –, scheiterte. Ein besseres Messergebnis wurde damit nicht erzielt.

Für diese Art von Störungen haben Hersteller von EMV-Komponenten eine bessere Lösung gefunden: SMD-Ferrite in Multilayer-Technik (Bild 9). Diese können direkt auf die Platine gelötet werden und besitzen für unseren Zweck hervorragende Filtereigenschaften (siehe Platinen-Bilder nächste Seite). Ein Impedanz-

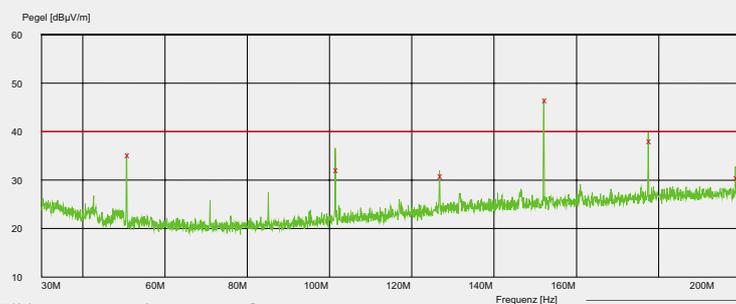


Bild 6: Messung des Messempfängers

x MES_field_0001_fin_QP
MES_field_0001_pre_PK
LIM_EN_55022_F_QP

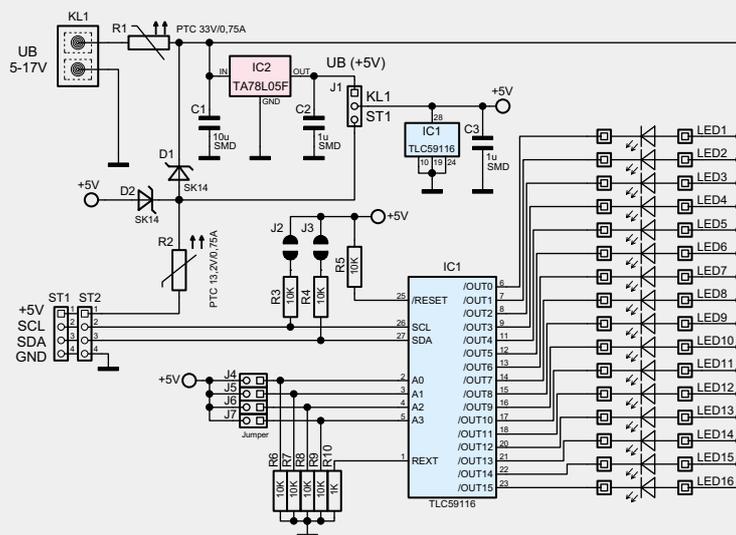


Bild 7: Schaltplan ohne Entstörmaßnahmen

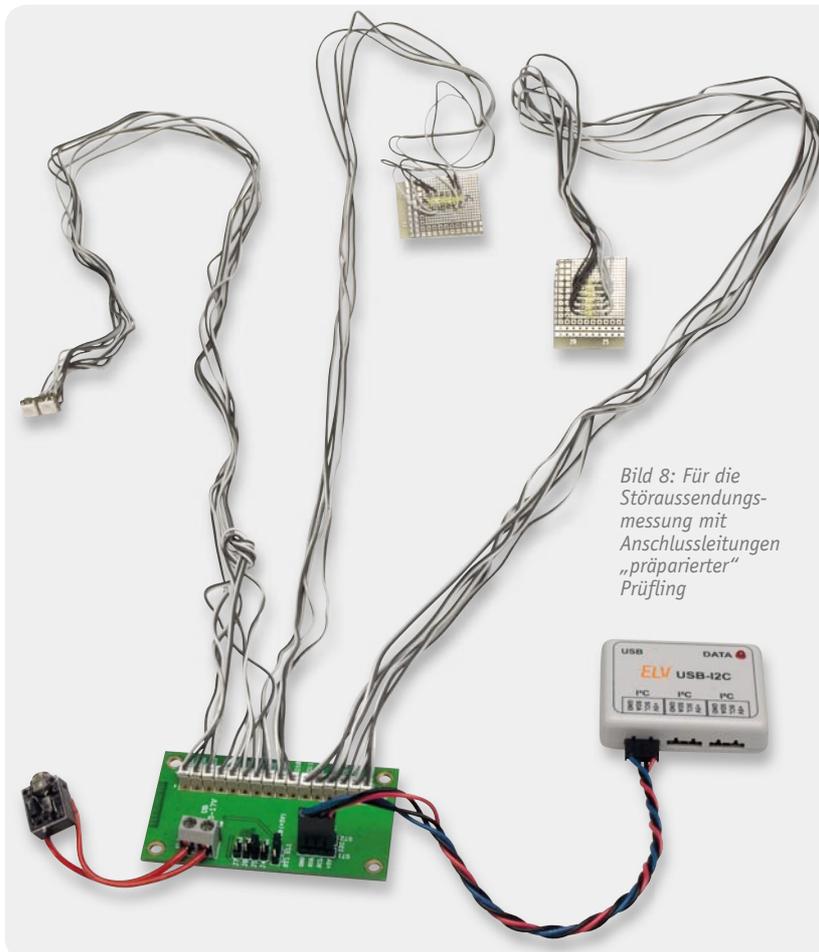


Bild 8: Für die Störaussendungsmessung mit Anschlussleitungen „präparierter“ Prüfung

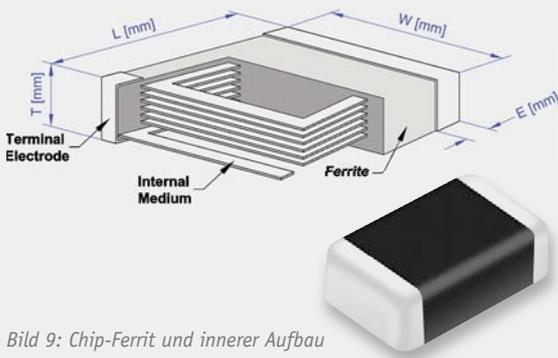


Bild 9: Chip-Ferrit und innerer Aufbau

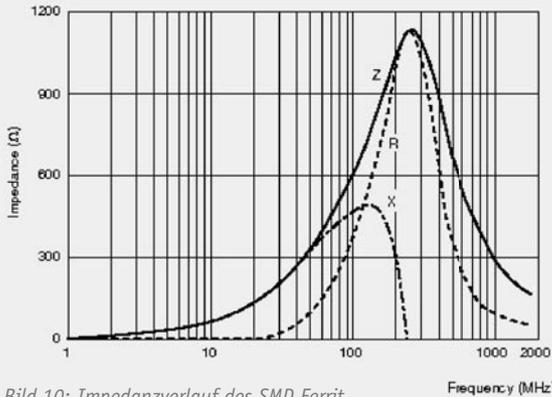


Bild 10: Impedanzverlauf des SMD-Ferrit

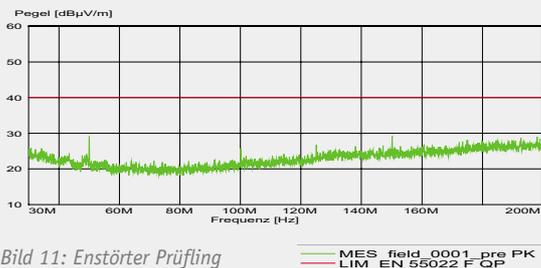


Bild 11: Enstörter Prüfling

verlauf des gewählten Chip-Ferrit ist in Bild 10 dargestellt. Ein erster Versuch, mit diesem Chip-Ferrit eine Verbesserung zu erzielen, zeigte ein überraschendes Ergebnis. Es wurde überwiegend nur noch Rauschen gemessen. Ferrite wurden, wie in Bild 12 dargestellt, in die Schaltung eingefügt. Spitzen sind noch bei ca. 50 MHz und ca. 150 MHz zu erkennen (Bild 11). Diese sind aber weit unter dem Grenzwert und genügen den Grenzwertanforderungen der EN 55022 mehr als ausreichend.

Das Messergebnis zeigt, dass mit einfachen Mitteln ein sehr gutes Ergebnis erzielt werden kann. Zu beachten ist aber in jedem Fall, dass eine Messung auf alternativen Messplätzen bei Streitfragen keinen Bestand haben wird. Es wird dann immer der Freifeldmessplatz für eine Klarstellung herangezogen. Das erzielte Messergebnis, welches ja auf einem alternativen Messplatz erzielt wurde, liegt mindestens 6 dB unter den geforderten 40 dBµV/m. Einen Vergleich auf einem Freifeldmessplatz wird das Gerät also ohne Bedenken bestehen!

