



INTERNATIONALE GESELLSCHAFT FÜR ELEKTROSMOG-FORSCHUNG IGEF LTD
INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR ELECTROSMOG-RESEARCH IGEF LTD
IGEF ZERTIFIZIERUNGSSTELLE

GUTACHTEN

zur Bewertung der Metall-Spritzschicht aus Zink
der Grillo-Werke Aktiengesellschaft
hinsichtlich der Schirmwirkung gegen hochfrequente elektromagnetische Strahlung

Auftraggeber

Grillo-Werke Aktiengesellschaft; Weseler Straße 1, D-47169 Duisburg

Durchführung der messtechnischen Untersuchungen

Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli;
Universität der Bundeswehr München; HF-, Mikrowellen- und Radartechnik

Gutachtenerstellung und Zertifizierung

Dipl.-BW Wulf-Dietrich Rose; IGEF Zertifizierungsstelle

Datum der Gutachtenerstellung: 2. Januar 2012

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Problemstellung	3
2. Aufgabenstellung	5
3. Messgutachten	5
3.1. Vorbemerkungen zu den Messungen	5
3.2. Messmethode: Schirmdämpfungsmessung nach ASTM D 4935-89 von 10 MHz – 4 GHz	7
3.3. Messung nach ASTM D-4935-89 mit ungerichteter Polarisation	8
3.4. Messergebnisse	8
4. Bewertung der Untersuchungsergebnisse	9
5. Auszeichnung der Metall-Spritzschicht aus Zink der Grillo-Werke Aktiengesellschaft mit dem IGEF Prüfsiegel	9

1. Problemstellung

Mit der zunehmenden Nutzung hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung für Mobilfunk, Rundfunk, Fernsehen, Radar, militärische Überwachung, Datenübermittlung, Richtfunk usw. rücken Fragen nach den Auswirkungen dieser Entwicklung und den gegebenenfalls erforderlichen Schutzmaßnahmen in den Vordergrund. Im Wesentlichen besteht Handlungsbedarf in folgenden Bereichen:

Kritische Infrastrukturen Hochempfindliche technische Anlagen und Geräte in kritischen Infrastrukturen wie Rechenzentren, Kraftwerken, leitetechnischen Anlagen der Energie- und Wasserversorgung, Verkehrsleitsysteme, militärische Hochtechnologie, Knoten von Daten- und Telekommunikationsnetzen, strategisch bedeutsame Produktionsanlagen - all diese Einrichtungen sind durch die mittlerweile überall vorhandenen elektromagnetischen Strahlen und Felder in ihrer Funktion gefährdet. Wie entsprechende Ereignisse in der Vergangenheit gezeigt haben, führt eine Störung oder gar der komplette Ausfall dieser Infrastrukturen zu Schäden gewaltigen Ausmaßes. Zu den unmittelbaren finanziellen Folgen kommen oft volkswirtschaftliche Schäden, die sich kaum beziffern lassen.

Labortechnik Auch Untersuchungsräume und Labore in Forschung und Medizin sind in der Regel gegen hochfrequente elektromagnetische Einwirkungen nicht sicher geschützt. Verfälschte und damit oft unbrauchbare Mess- und Untersuchungsergebnisse sind nicht selten. Wenn Fehler gar nicht entdeckt werden, kommt es zu einer Fehlinterpretation oder falschen Diagnose. Die Folgen können unübersehbare Ausmaße annehmen.

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Wenn mit hohen elektromagnetischen Feldstärken gearbeitet werden muss, die zur Beeinflussung anderer technischer Geräte, der Umwelt oder unerlaubter Strahlenbelastung der Bevölkerung führen kann, (wie z.B. bei industriellen und medizinischen Anwendungen) ist eine richtige und effiziente Abschirmung der Abstrahlung der Geräte, Anlagen und Räume aufgrund gesetzlicher Vorgaben z.B. zur Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV), der Verordnung über elektromagnetische Felder; (26. BImSchV) und NATO-Vorgaben erforderlich.

Abhörschutz Ohne den Einsatz von schnellen Rechnern und hochbitratigen Datenverbindungen ist moderne Datenverarbeitung und Telekommunikation nicht mehr vorstellbar. Aber: Sowohl Rechner, wie auch Bildschirme, Datenleitungen etc. senden ungewollt elektromagnetische Strahlung aus. Durch Empfang und Decodierung dieser Strahlung ist es auf einfache Weise möglich, den Informationsinhalt zu rekonstruieren. Eine aktuelle Studie von Corporate Trust, Business Risk & Crisis Management GmbH, München kommt zu dem Ergebnis, dass rund jedes fünfte Unternehmen in Deutschland bereits Opfer von Industriespionage geworden ist oder wichtige Firmendaten an Konkurrenten verloren hat. Ungewollter Informationsabfluss kann zur existenziellen Gefährdung für die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens führen. Vor allem innovative Unternehmen sind hier besonders großen Risiken ausgesetzt.

Elektromagnetische Beeinflussung Noch zu wenig beachtet werden Szenarien, die sich vorsätzlich elektromagnetischer Energie bedienen, um ihr Ziel anzugreifen; sogenannte „Elektromagnetische Beeinflussung“, englisch „Intentional EMI“. Die Bedrohung durch Terrorismus hat sich in den letzten Jahren verschärft. Das Rechenzentrum als Gehirn eines Unternehmens oder eines Verwaltungszentrums ist selten ausreichend gegen vorsätzliche elektromagnetische Beeinflussung abgesichert. Aufgrund der

leichten Verfügbarkeit schneller Halbleitertechnik und leistungsstarken hochfrequenten Strahlenquellen sowie allgemein zugänglichem Know-how über Impulsleistungstechnik ist damit zu rechnen, dass auch die terroristische Szene in Kürze in der Lage sein wird, kritische Infrastrukturen wie ein zentrales Rechenzentrum oder die leittechnische Anlage eines Energie-, Gas- oder Wasserversorgungsnetzes gezielt mittels hochfrequenter Technologie anzugreifen. Die Folgen können verheerend sein: von der Betriebsstörung bis hin zur physikalischen Zerstörung der gesamten Anlage. Damit tritt ein neues, bisher weitgehend unberücksichtigtes Bedrohungspotenzial in Erscheinung.

Hochtechnologie Wenn rechnergestützte Anlagen und Server abstürzen, sporadische Fehlermeldungen von sich geben oder gar den Dienst verweigern, liegt es oftmals nicht an defekter Hardware oder schlecht programmierter Software, sondern an Störeinflüssen durch elektromagnetische Felder und hochfrequente Strahlung. Es werden häufig große Summen ausgegeben ohne die Probleme in den Griff zu bekommen. Der wirtschaftliche Schaden ist oft erheblich, wenn teure Anlagen tagelang still stehen oder nur eingeschränkt funktionieren.

Auswirkungen auf Tiere Zur Schädigung landwirtschaftlichen Nutztviehs durch Mobilfunk-Sendeantennen gibt es Fallbeschreibungen vor allem bei Milchrindern, Schweinen, Pferden und Geflügel. Sie belegen besorgniserregende Unterschiede zwischen hoch und niedrig exponierten Betrieben: Fortpflanzungsprobleme, eine Erhöhung von Fehl- und Missgeburten, vermehrte Zwillinggeburten und Verhaltensstörungen bei den betroffenen Tieren. Dabei lagen in allen Fällen die gemessenen Feldstärken weit unter den gesetzlichen Grenzwerten.

Geflügelzüchter beobachten ausbleibenden Bruterfolg. Die Befruchtungsrate der Bruteier sank in einem gut dokumentierten Fall von 85 % auf unter 5%. Auch das Verschwinden von Bienenvölkern in den letzten Jahren ist im Zusammenhang mit der Zunahme hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung zu sehen.

Hochfrequente Strahlung, als "möglicherweise krebserregend" eingestuft.

Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat Ende Mai 2011 hochfrequente Strahlung als "möglicherweise krebserregend" eingestuft. Zu diesem Schluss kam eine Experten-Gruppe der Internationalen Agentur für Krebsforschung IARC in Lyon. 31 Fachleute aus 14 Ländern hatten in Lyon "nahezu sämtliche verfügbaren wissenschaftlichen Belege" ausgewertet.

Bei Belastungen durch hochfrequente elektromagnetische Strahlung kommt es u. a. zu unzureichender Schlafqualität, Vitalitätsverlust, Kopfschmerzen, Tinnitus, Konzentrationsschwäche, verringerter seelischer und körperlicher Belastbarkeit sowie einer höheren Belastung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Liste reicht nach den Ergebnissen internationaler Forschungen bis zu schwerwiegenden Krankheiten wie erhöhtem Krebsrisiko, genetischen Veränderungen sowie Veränderungen des Immunsystems und des zentralen Nervensystems. Besonders schwerwiegend ist offenbar die Beeinträchtigung in der Schlafphase. Während der Ruhe- und Erholungsphasen sollte der Körper sich möglichst stressfrei entspannen und regenerieren können. Wohn- und Schlafräume sollten deshalb hinsichtlich hochfrequenter elektromagnetischer Strahlenbelastung besonders geschützt werden.

Der heute typische technisch aufgebaute Strahlungspegel des Kommunikationsfunks in den Städten übersteigt die natürliche lebensnotwendige elektromagnetische Hintergrundstrahlung um das Zehnmillionen- bis Milliardenfache.

2. Aufgabenstellung

Aufgabenstellung dieser Untersuchung war es, nachzuweisen, in welchem Maß die Metall-Spritzschicht aus Zink der Grillo-Werke Aktiengesellschaft aufgrund ihrer Schirmwirkung gegen hochfrequente elektromagnetische Strahlung zum Schutz vor hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung in den vorgenannten Problembereichen geeignet ist.

Bei dem zu untersuchenden Produkt handelt es sich um eine Metall-Spritzschicht aus Zink; hergestellt aus hochreinem Elektrolyt-Feinzink (Zn 99,995 % nach EN 1179 - "Z1").

3. Messgutachten

Durchführung der Messungen: Prof. Dipl.-Ing. Peter Pauli
Universität der Bundeswehr München
Ingenieurbüro für Hochfrequenz-, Mikrowellen- und Radartechnik; Bad Tölz

Messobjekt: Metall-Spritzschicht aus Zink (5 Muster gemessen)

Auftrag: Ermittlung der Schirmdämpfung gegen elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 10 MHz bis 4 GHz

Prüfungsgrundlage: ASTM D-4935-89

Datum der Messungen: 28. Dezember 2011

Erläuterung: Die Messungen an der Metall-Spritzschicht aus Zink wurden nach dem Standard der *American Society of Testing and Material* ASTM D-4935-89 mit ungerichteter Polarisation durchgeführt. D.h. in dem koaxialen Messadapter, in dem das Prüfmuster eingespannt wurde, haben elektrische Feldstärken radial zwischen Innenleiter und Außenleiter in allen Richtungen auf das Messobjekt eingewirkt.

Resultat: Die Messungen ergaben für die beiden wichtigsten Mobilfunkfrequenzen (D-Netz bzw. GSM 900 und E-Netz bzw. GSM1800), dass die Metall-Spritzschicht aus Zink die von außen auftreffende Leistung um mehr als 102 dB abschwächt. Das bedeutet eine Leistungsreduktion von 99,99999999%. Unmittelbar hinter der Metall-Spritzschicht aus Zink konnten demnach nur noch 0,00000001% der außen auftreffenden Leistung festgestellt werden. Da das verwendete Mess-System bei diesen außergewöhnlichen Schirmdämpfungswerten bereits an seine Dynamikgrenzen gestoßen ist, dürfte die eigentliche Schirmdämpfung der Metall-Spritzschicht aus Zink noch größer sein.

3.1. Vorbemerkungen zu den Messungen

Bei der Messung der Dämpfung elektromagnetischer Wellen durch ein Schirmmaterial wird in der Regel das Material mit hochfrequenter Energie einer bestimmten Leistungsflussdichte S_1 oder mit einer bestimmten Leistung P_1 bestrahlt. Hinter dem Schirmmaterial wird die hindurch dringende Leistungsflussdichte S_2 bzw. Leistung P_2 gemessen. Der logarithmierte Quotient gemäß nachstehenden Gleichungen ergibt den Schirmdämpfungswert in Dezibel (dB).

$$a_{Schirm} = 10 \cdot \log \frac{S_2}{S_1} = 10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} \quad \text{in Dezibel (dB)}$$

Zur Interpretation der Messkurven und deren Messwerte ist es hilfreich, die nebenstehende Umrechnungstabelle zu verwenden.

Diese Tabelle ermöglicht die Umrechnung der ermittelten logarithmischen Werte in Prozentwerte, wobei in der Regel – wie hier in dieser Tabelle – die durch den Schirm hindurch dringende *Leistung- bzw. Leistungsflussdichte* zur Bewertung der Schirmwirkung herangezogen wird.

Umrechnung der Dämpfung von dB in %			
dB	Leistungs-Durchlass in %	dB	Leistungs-Durchlass in %
0	100,00		
1	81,00	21	0,78
2	62,80	22	0,63
3	50,00	23	0,50
4	40,00	24	0,39
5	31,60	25	0,31
6	25,00	26	0,25
7	20,00	27	0,20
8	16,00	28	0,18
9	12,50	29	0,12
10	10,00	30	0,10
11	7,90	31	0,08
12	6,25	32	0,06
13	5,00	33	0,05
14	4,00	34	0,04
15	3,13	35	0,03
16	2,50	36	0,02
17	2,00	37	0,02
18	1,56	38	0,02
19	1,20	39	0,02
20	1,00	40	0,01
		50	0,001
		60	0,0001
		70	0,00001
		80	0,000001
		90	0,0000001
		100	0,00000001

Tabelle 1: Umrechnung von Dezibelwerten in Prozentwerte

3.2. Messmethode: Schirmdämpfungsmessung nach ASTM D 4935-89 von 10 MHz – 4 GHz

Für diese Messungen wurden 2 koaxiale TEM-Messgefäße (siehe Foto) quasi wie eine Sende- und Empfangsantenne an den Netzwerkanalysator angeschlossen. Bei einer S_{21} -Kalibrierung wurde die Anordnung ohne Messobjekt, aber mit einem gleich dicken aber nicht schirmendem Ersatzobjekt zwischen den Messköpfen für die Transmissionsmessung auf „0 dB“ geeicht.

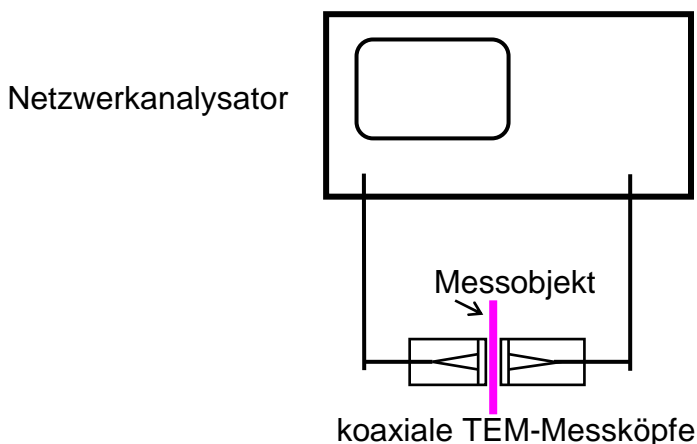


Bild 1: Messanordnung zur Ermittlung der Schirmdämpfung mit TEM-Messköpfen



koaxiale TEM-Messköpfe

Es wurden folgende Messgeräte verwendet:

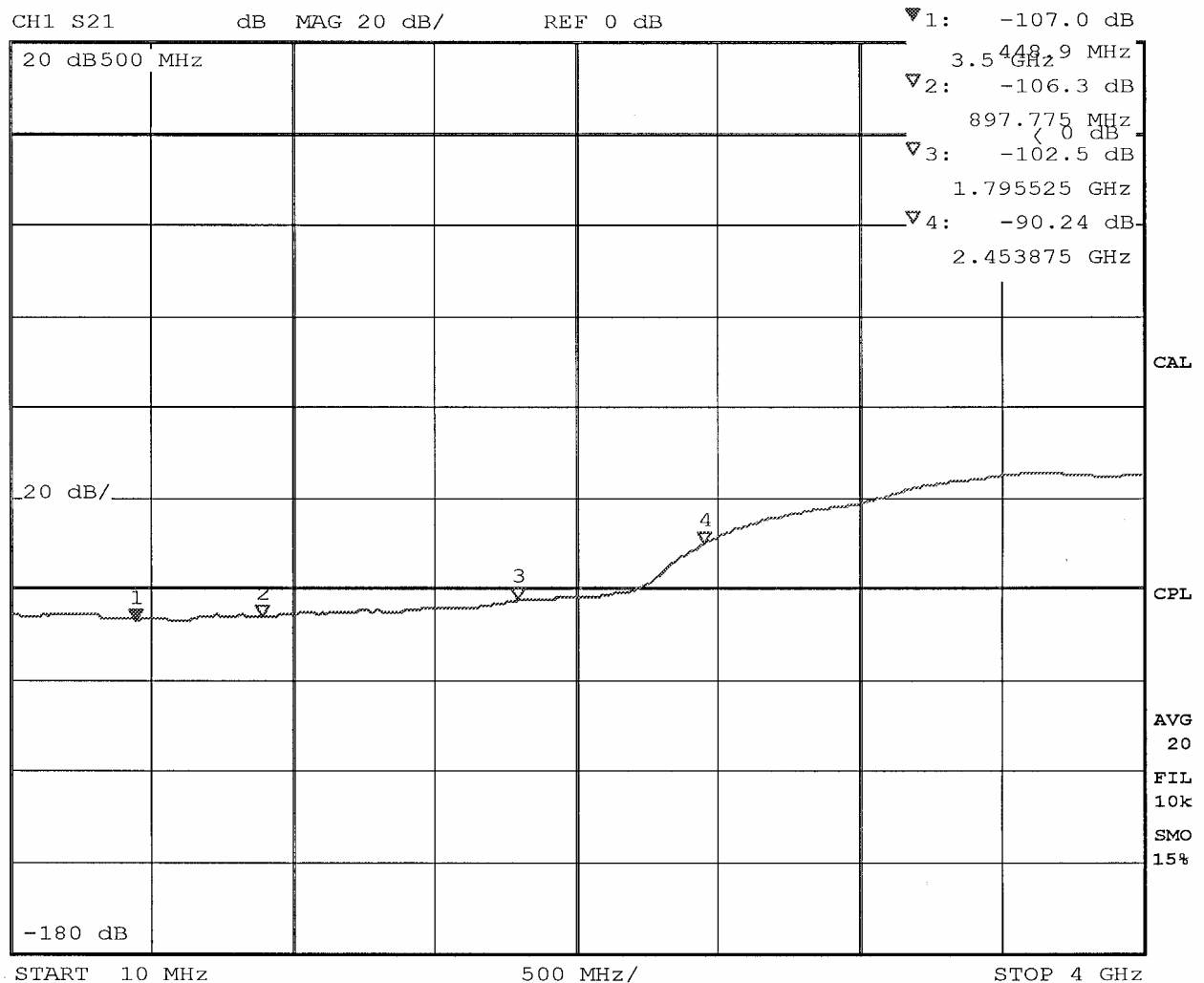
Vektorieller Netzwerkanalysator Typ ZVRC (30 kHz – 8 GHz) Rohde & Schwarz
Koaxiale TEM-Mess-Sonden, (1 MHz – 4 GHz), Fa. Wandel & Goltermann (s.o.)
Dokumentation: OfficeJet 500, Fa. Hewlett & Packard

Bei dieser Messung treffen in der TEM-Anordnung die elektrischen Feldstärken - wie bei koaxialen Leitungen üblich - in allen Polarisationsrichtungen auf das Messobjekt. Damit kann man zwar keine diskrete Aussage über das Verhalten des Messobjektes gegenüber einer bestimmten linearen Polarisierung machen. Andererseits bekommt man einen Eindruck, wie sich das Messobjekt gegenüber Polarisierungen von beliebigen Richtungen verhalten wird. Diese Information ist viel wichtiger und aussagekräftiger, da sie in der Praxis in der Regel den Normalfall darstellt.

3.3. Messung nach ASTM D-4935-89 mit ungerichteter Polarisation

Messobjekt: Metall-Spritzschicht aus Zink

Frequenzbereich: 10 MHz – 4 GHz



3.4. Messergebnisse

Die Messung an der Metall-Spritzschicht aus Zink zeigte – abhängig von der Messfrequenz – eine Schirmdämpfung zwischen 90dB und 103dB.

In dem Messprotokoll sind rechts für mehrere interessierende Mobil-Funk-Frequenzen sogenannte Frequenzmarken eingeblendet, bei denen man die gemessene Schirmdämpfung bei der jeweiligen Frequenz sehr exakt ablesen kann. Zur schnelleren Übersicht sind in Tabelle 2 diese Messwerte für mehrere interessierende Mobilfunkfrequenzen zusammengefasst:

Tabelle 2: Vergleich der Resultate bei bestimmten Mobilfunkfrequenzen

	Metall-Spritzschicht aus Zink^{*)}
450 MHz Tetra, Tetrapol, C-Netz, Chekker-Netze	> 109 dB
900 MHz D-Netz, GSM 900	> 107 dB
1800 MHz E-Netz, GSM 1800	> 106 dB
2450 MHz W-LAN, Blue Tooth, Mikrowellenherd	> 105 dB

*) Die Schirmwirkung der Metall-Spritzschicht aus Zink reduziert sich, wahrscheinlich durch die körnige Struktur, oberhalb von 3 GHz auf Werte um 80 dB. Diese Werte sind immer noch herausragend.

4. Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Die Messungen zur Ermittlung der Schirmdämpfung gegen elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich von 10 MHz bis 4 GHz ergaben, dass die Metall-Spritzschicht aus Zink der Grillo-Werke Aktiengesellschaft die von außen auftreffende Leistung zwischen 80dB und 103dB abschwächt. Das bedeutet eine Leistungsreduktion zwischen 99,999999% und 99,99999999%. Unmittelbar hinter der Metall-Spritzschicht aus Zink konnten demnach nur noch Werte zwischen 0,000001% und 0,00000001% der außen auftreffenden Leistung festgestellt werden.

5. Auszeichnung der Metall-Spritzschicht aus Zink der Grillo-Werke Aktiengesellschaft mit dem IGEF Prüfsiegel



Die Anforderungen der Internationalen Gesellschaft für Elektromog-Forschung IGEF für die Auszeichnung der Metall-Spritzschicht aus Zink der Grillo-Werke Aktiengesellschaft mit dem IGEF Prüfsiegel werden voll erfüllt.

Wulf-Dietrich Rose

Dipl.-BW Wulf-Dietrich Rose
 Internationale Gesellschaft für Elektromog-Forschung IGEF
 IGEF Zertifizierungsstelle

