

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

85577 Neubiberg, 21.12.2003
 Werner-Heisenberg-Weg 39
 Tel. + Fax. 089/6004-3690
 Seite 1

Gutachten

Auftraggeber: Rent-a-Scientist® GmbH
 Prinz-Ludwig-Str. 1
 93055 Regensburg

Messobjekte: Textiles Abschirmgewebe mit der Bezeichnung *E-BLOCKER*

Auftrag: Messung der Schirmdämpfung gegen elektromagnetische Wellen im Frequenzbereich 200 MHz bis 10 GHz

Prüfungsgrundlagen: IEEE-Standard 299-1997, MIL-Standard 285 und VG-Norm 95 370, Part 15

Datum d. Messungen: 30.10.2003

Umfang: 4 Seiten Text, 4 Messprotokolle in den Anlagen 1 und 2 sowie in Anlage 3: Kalibrierkurven zur leichteren Frequenzablesung

Resultat:

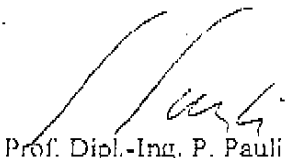
Bei den Messungen wurde festgestellt, dass die Schirmdämpfung des textilen Abschirmgewebes mit der Bezeichnung *E-BLOCKER* im gemessenen MHz-Bereich als auch im GHz-Frequenzbereich ausgezeichnete, aber abhängig von der Polarisation des Mess-Signals leicht unterschiedliche Werte zeigte.

Beispielhaft zeigt das Muster bei markanten Mobilfunkfrequenzen, abhängig von der jeweiligen Polarisation, folgende Werte:

Polarisation bezogen auf Produktions- bzw. Kettfadenrichtung:	E-Feldstärken parallel zur Produktionsrichtung	E-Feldstärken orthogonal zur Produktionsrichtung
C-Netz, TETRA, 450 MHz	43 dB	40 dB
D-Netz, 900 MHz	46 dB	50 dB
E-Netz, 1800 MHz	44 dB	54 dB
UMTS, 2000 MHz	45 dB	60 dB
Blue-Tooth, 2450 MHz	43 dB	53 dB

Zum Verständnis: Bei 40 dB werden 99,99% der Leistungsflussdichte abgeschirmt, bei 60 dB sind es sogar 99,9999%. Es gelangen nur 0,01% bzw. 0,0001% der Leistung hindurch. Das sind herausragend gute Werte für ein textiles Produkt dieser Art.

Neubiberg, 21.12.2003


 Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli

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

85577 Neubiberg, 21.12.2003
 Werner-Heisenberg-Weg 39
 Tel. + Fax. 089/6004-3690
 Seite 2

1. Vorbemerkungen

Um die Wirksamkeit des Abschirmgewebes *E-BLOCKER* bei der Abschirmung von elektromagnetischen Wellen zu ermitteln, wurden die unter Ziff. 2 beschriebenen Messungen durchgeführt.

Zur Interpretation der Messkurven ist es hilfreich, untenstehende Umrechnungstabelle zu verwenden:

Dabei wurde die Schirmwirkung, d.h. die Dämpfung der elektromagnetischen Welle durch den Schirm, in Dezibel (= dB) ermittelt. (Siehe Messkurven)

Dieser dB-Wert gibt an, wie stark der Pegel der Welle abgeschwächt wurde, während sie den Schirm durchlaufen hat.

Nebenstehende Tabelle ermöglicht die Umrechnung dieser logarithmischen Werte in Prozentwerte, wobei in der Regel - wie hier in dieser Tabelle - die durch den Schirm hindurchdringende Leistungsfluss- bzw. Strahlungsdichte zur Bewertung der Schirmwirkung herangezogen wird.

Umrechnung der Dämpfung von dB in %			
dB	Durchlass in %	dB	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

Die Berechnung der Schirmdämpfung in dB aus der Leistung P_1 vor dem Schirm und P_2 hinter dem Schirm oder mit den entsprechenden Feldstärken geschieht mit folgenden Gleichungen.

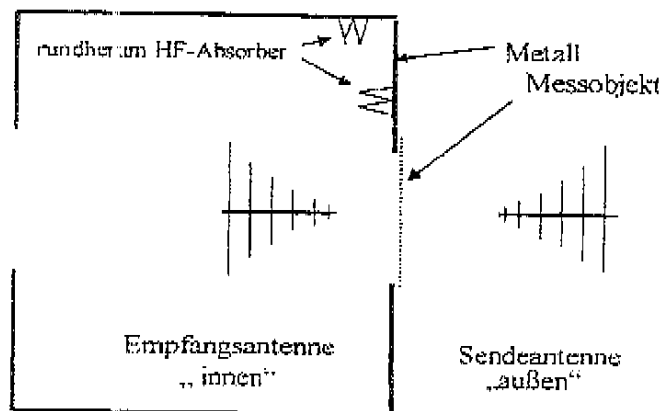
$$a_{\text{Schirm}} = 10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} = 20 \cdot \log \frac{E_2}{E_1}$$

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

85577 Neubiberg, 21.12.2003
 Werner-Heisenberg-Weg 39
 Tel. + Fax. 089/6004-3690
 Seite 3

2. Messaufbau und Messablauf

Die Messungen wurden nach der aktuellen IEEE-299-1997, deren Vorgaben sich bezüglich Schirmdämpfungsmessungen mit der MILSTD 285 weitgehend decken, in einem Messraum der Radarhalle der UniBw München in Neubiberg am 30. Oktober 2003 im Frequenzbereich von 200 MHz bis 10 GHz mit linear polarisierten Wellen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde das zu prüfende Gewebe - wie in untenstehendem Bild skizziert - vor der 80cm x 60cm grossen Öffnung einer Metallwand (Fläche 210cm x 200cm) platziert. Dabei wurde sichergestellt, dass die Materialprobe ganzflächig zu der Metallplatte des Messaufbaues Kontakt hatte. Fremdstörungen von außen sind nicht aufgetreten. Zur Messung der unterschiedlichen Polarisationen wurde das Messobjekt in der Polarisationsachse um 90° gedreht.



Messanordnung zur Bestimmung der Schirmdämpfung

Nach der Kalibrierung der Mess-Strecke (ohne Prüfling zur Festlegung des 0 dB-Transmissionswertes) wurde die Schirmdämpfung des Messobjektes - bedingt durch die Frequenzbänder der Messantennen - in zwei Frequenzbereichen durchgeführt:

Bereich I: 200 MHz bis 2200 MHz

Bereich II: 1 GHz bis 10 GHz

Die Spitzen der logarithmisch-periodischen Messantennen wurden gemäß MIL-STD 285 jeweils 30 cm vor bzw. hinter dem Prüfling positioniert.

Es wurden folgende Messgeräte verwendet:

Vektorielle Netzwerkanalysator Typ 360, (40 MHz bis 18,6 GHz), Fa. Wiltron
 Mess-Antennen: Bilog-Antenna, Typ CBL 6112A (30 MHz bis 2000 MHz), Fa. CHASE
 Mess-Antennen: LogPer-Antennen Typ HL 025 (1 GHz bis 18 GHz) Fa. Rohde & Schwarz
 Dokumentation: Laserjet 4, Fa. Hewlett & Packard

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

85577 Neubiberg, 21.12.2003
 Werner-Heisenberg-Weg 39
 Tel. + Fax. 089/6004-3690
 Seite 4

3. Messergebnisse und ihre Bewertung

In jeder Anlage zeigt die obere Messkurve den „MHz-Bereich“ (200 - 2200 MHz). Die untere Darstellung präsentiert die Resultate für die „GHz-Messung“ (1 GHz - 10 GHz). Auf diese Art und Weise wurde der wichtige Frequenzbereich zwischen 1000 MHz und 2200 MHz zweimal – mit unterschiedlichen Antennen und individuell kalibriert – gemessen. Die gute Überdeckung der Messergebnisse der beiden sich überlappenden Bereiche zeigt die gute Reproduzierbarkeit und Korrektheit der Messergebnisse.

Bei den Messungen wurde festgestellt, dass die Schirmdämpfung des textilen Abschirmgewebes mit der Bezeichnung **E-BLOCKER** im gemessenen MHz-Bereich als auch im GHz-Frequenzbereich ausgezeichnete, aber abhängig von der Polarisation des Mess-Signals leicht unterschiedliche Werte zeigte.

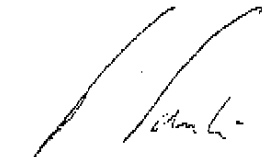
Beispielhaft zeigt das Muster, abhängig von der jeweiligen Polarisation, folgende Werte:

Polarisation bezogen auf Produktions- bzw. Kettfadenrichtung:	E-Feldstärken parallel zur Produktionsrichtung	E-Feldstärken orthogonal zur Produktionsrichtung
C-Netz, TETRA, 450 MHz	43 dB	40 dB
D-Netz, 900 MHz	46 dB	50 dB
E-Netz, 1.800 MHz	44 dB	54 dB
UMTS, 2.000 MHz	45 dB	60 dB
Blue-Tooth, 2.450 MHz	43 dB	53 dB
5.000 MHz	38 dB	50 dB
10.000 MHz	35 dB	44 dB

Zum Verständnis: Bei 40 dB werden 99,99% der Leistungsflussdichte abgeschirmt, bei 60 dB sind es sogar 99,9999%. Es gelangen nur 0,01% bzw. 0,0001% der Leistung hindurch.

Das sind herausragend gute Werte für ein textiles Produkt dieser Art. Bei dieser speziellen Kombinationsgarnkonstruktion wird dafür gesorgt, dass ein sehr großer Flächenanteil des Gewebes mit einer abschirmenden Silberschicht versehen ist. Da die leitfähigen Garne alle im elektrischen Kontakt untereinander stehen, konnte somit ein hoch abschirmendes Gewebe mit vorzüglichen textilen Eigenschaften hergestellt werden.

Neubiberg, 21.12.2003



Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli

Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli

Anlage 1 zum Gutachten vom 21.12.2003
Polarisation parallel zur Produktionsrichtung**Messobjekt: Abschirmgewebe E-BLOCKER**

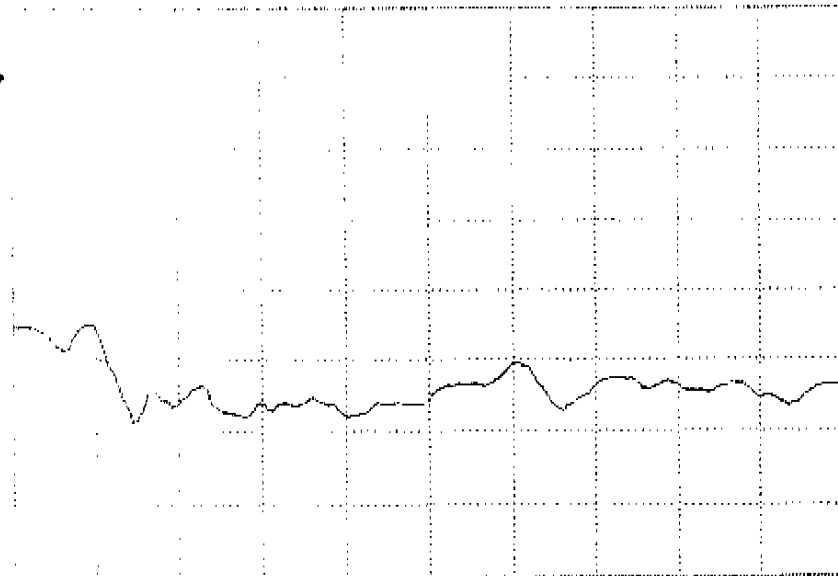
Obere Messkurve: Frequenzbereich 200MHz - 2200MHz Untere Messkurve: Frequenzbereich 1 GHz - 10 GHz

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIU



0.2008

GHz

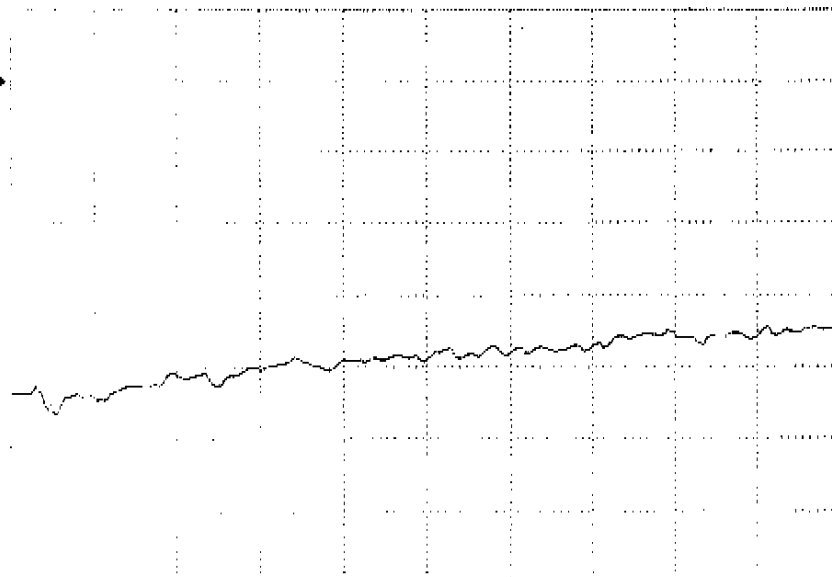
2.2000

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG

REF=0.000dB

10.000dB/DIU



1.0000

GHz

10.0000

▶ START
0.2008 GHzSTOP
2.2000 GHz169 DATA PTS,
12.0 MHz
STEP SIZE

C.W. MODE OFF

MARKER SWEEP

DISCRETE FILL

HOLD BUTTON
FUNCTIONREDUCED TEST
SIGNALSPRESS ◀ENTER▶
TO SELECT
OR TURN ON/OFF▶ START
1.0000 GHzSTOP
10.0000 GHz169 DATA PTS,
54.0 MHz
STEP SIZE

C.W. MODE OFF

MARKER SWEEP

DISCRETE FILL

HOLD BUTTON
FUNCTIONREDUCED TEST
SIGNALSPRESS ◀ENTER▶
TO SELECT
OR TURN ON/OFF

Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli

Anlage 2 zum Gutachten vom 21.12.2003
Polarisation quer zur Produktionsrichtung**Messobjekt: Abschirmgewebe E-BLOCKER**

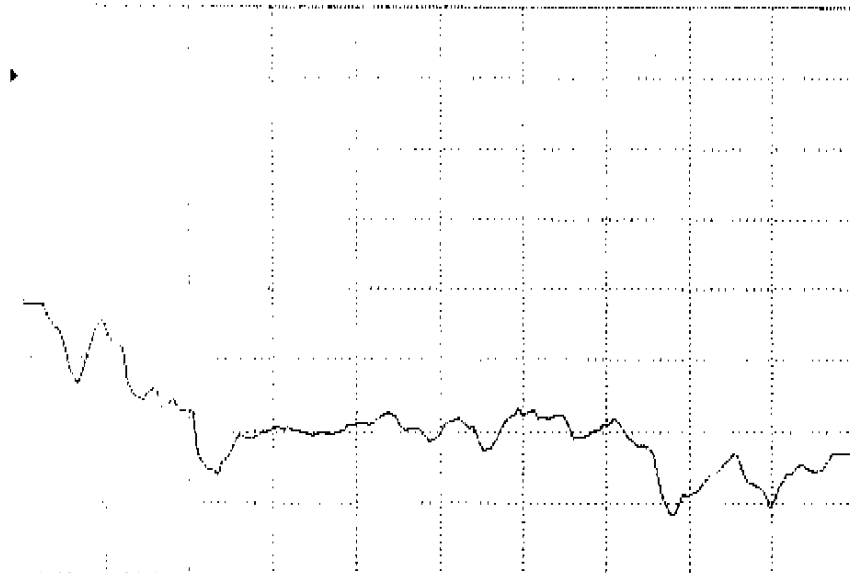
Obere Messkurve: Frequenzbereich 200MHz - 2200MHz Untere Messkurve: Frequenzbereich 1 GHz - 10 GHz

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIU



0.2008

GHz

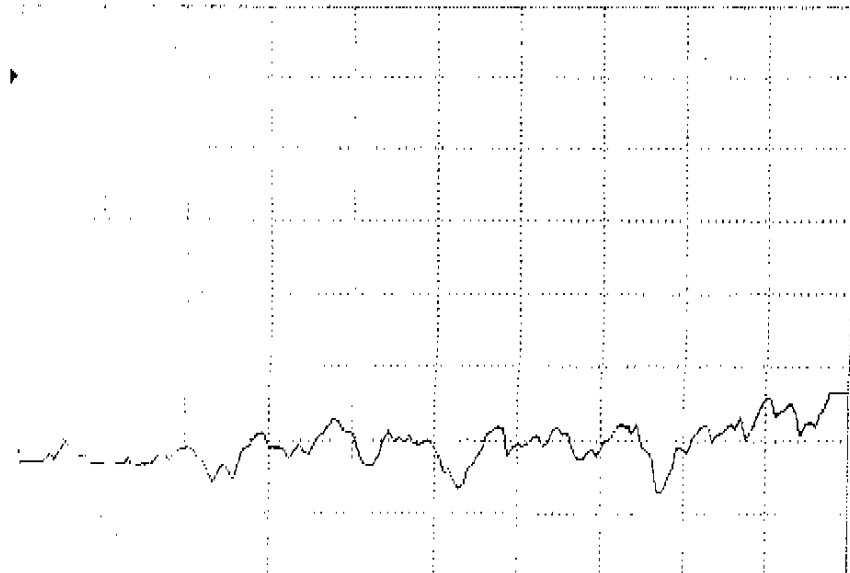
2.2000

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIU



1.0000

GHz

10.0000

▶ START
0.2008 GHzSTOP
2.2000 GHz169 DATA PTS,
12.0 MHz
STEP SIZE

C.W. MODE OFF

MARKER SWEEP

DISCRETE FILL

HOLD BUTTON
FUNCTIONREDUCED TEST
SIGNALSPRESS <ENTER>
TO SELECT
OR TURN ON/OFF▶ START
1.0000 GHzSTOP
10.0000 GHz169 DATA PTS,
54.0 MHz
STEP SIZE

C.W. MODE OFF

MARKER SWEEP

DISCRETE FILL

HOLD BUTTON
FUNCTIONREDUCED TEST
SIGNALSPRESS <ENTER>
TO SELECT
OR TURN ON/OFF

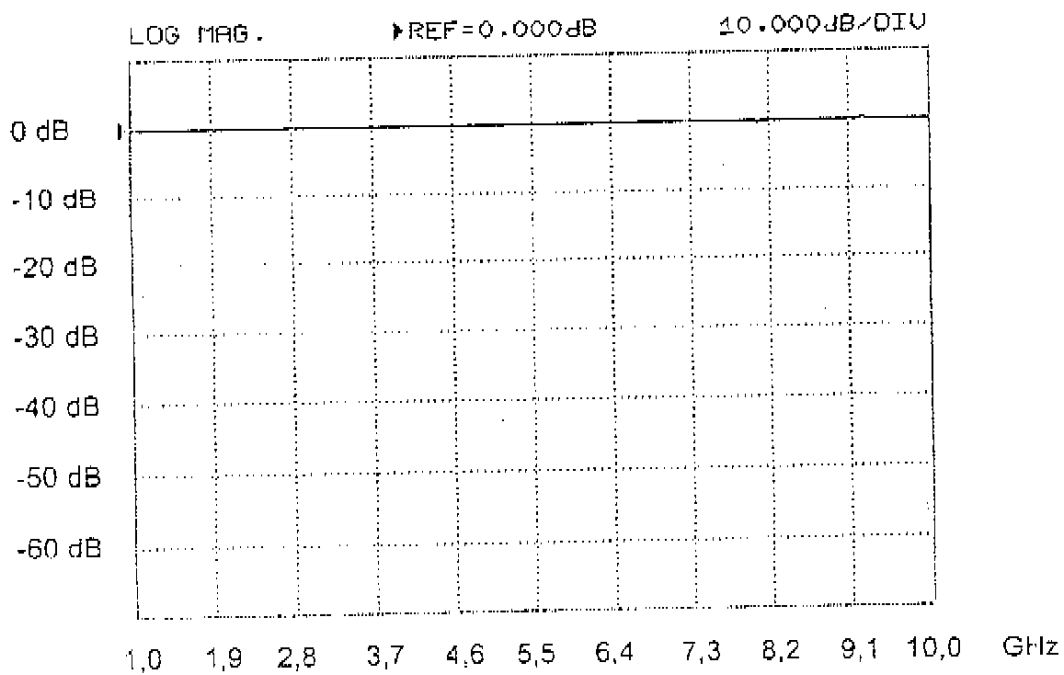
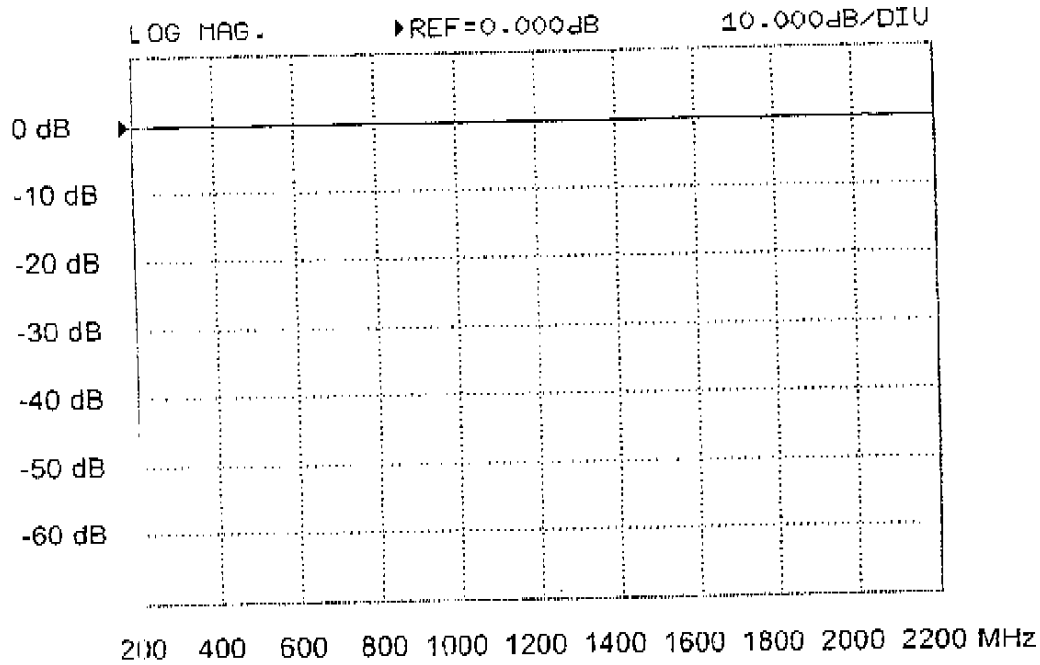
Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli

Anlage 3 zum Gutachten vom 21.12.2003

Kalibrierkurven zur erleichterten Ablesung der Messfrequenzen an den jew. Gitterlinien.

Oberer Messkurve: Frequenzbereich 200 MHz - 2200 MHz

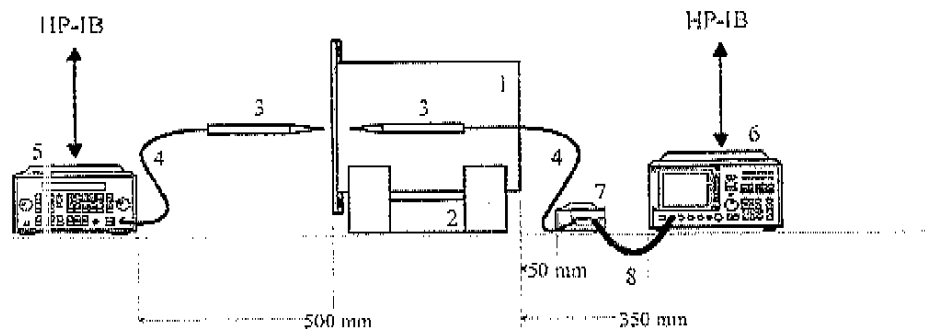
Untere Messkurve: Frequenzbereich 1 GHz - 10 GHz



Dämpfungsmessungen - Abschirmgewebemuster

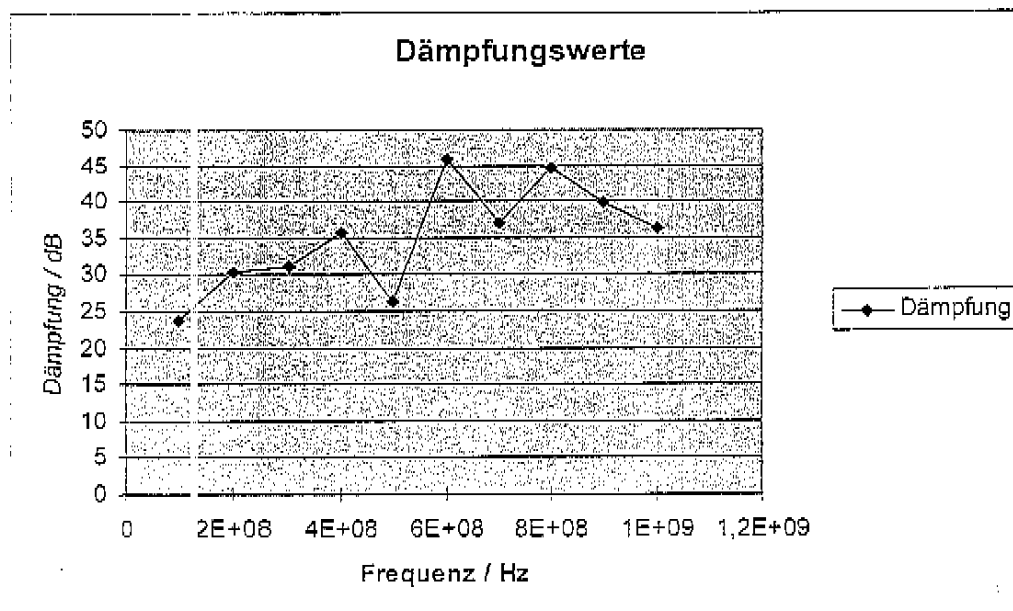
Dämpfungsscharakteristik

Bestimmung der Dämpfungswerte im magnetischen Nahfeld durch einen an die DIN Norm 32780C angelehnten Messaufbau gemäß Abbildung.



Stoffproben

Muster ausgerüstet (Rent-A-Scientist GmbH) - vertikal



Messung vertikal

Der ausgerüstete Abschirmstoff hat sehr gute Dämpfungseigenschaften im magnetischen Nahfeld (Messung vertikal), selbst im niedrigen Frequenzbereich, von mindestens 23 dB. Die Werte unterscheiden sich kaum zu denen der Rohware.

Klaus Steilmann
Institut für
Innovation und
Umwelt GmbH

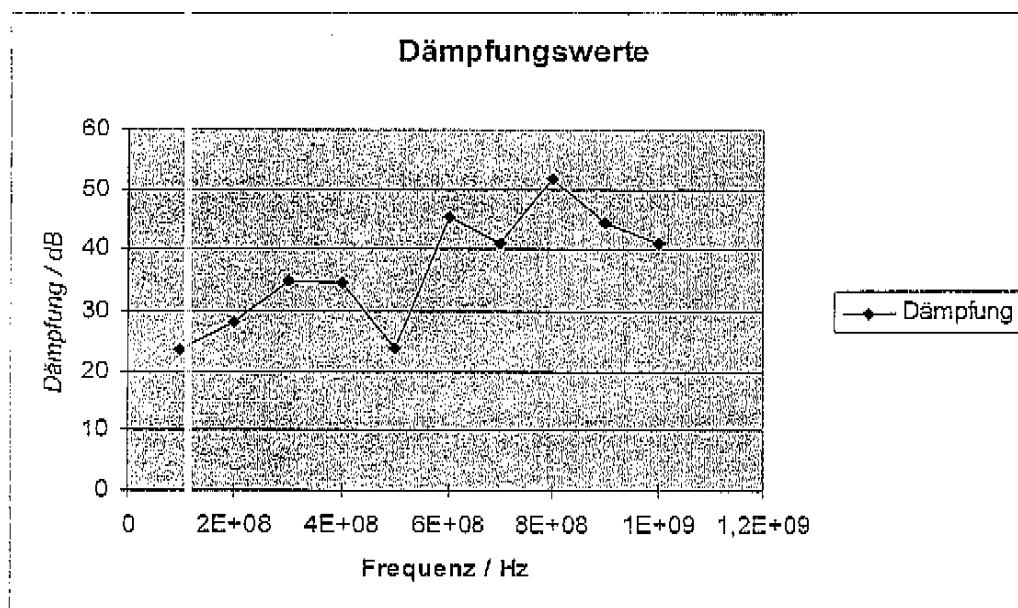
Lyrenstrasse 13
D-44866 Bochum
Fon 02327.9325-0
Fax 02327.9325-11

info@ksi.steilmann.com

www.ksi.steilmann.com

Frequenz / Hz	Dämpfung / dB
100000190	23,85
200000130	30,42
300000440	31,11
400000810	35,73
500001130	26,23
600001190	45,9
700001440	36,94
800001750	44,7
900001750	39,72
1000002130	36,15

Muster ausgerüstet (Rent-A-Scientist GmbH) - horizontal



Messung horizontal

Frequenz / Hz	Dämpfung / dB
100000310	23,71
200000190	28,05
300000440	34,93
400001060	34,56
500001000	23,99
600000940	45,23
700001380	41,12
800001630	51,65
900001810	44,32
1000002000	41,14

Der ausgerüstete Abschirmstoff hat sehr gute Dämpfungseigenschaften im magnetischen Nahfeld (Messung horizontal), selbst im niedrigen Frequenzbereich, von mindestens 23 dB. Die Werte unterscheiden sich kaum zu denen der Rohware.

Klaus Steilmann
Institut für
Innovation und
Umwelt GmbH

Lyrenstrasse 13
D-44866 Bochum
Fon 02327.9325-0
Fax 02327.9325-20

info@ksi.steilmann.com

www.klaus-steilmann-institut.de

Klaus Steilmann Institut



Gegenüber der Messung vertikal liegen die Werte bei der Messung horizontal sogar noch ein bisschen höher.

Der für den Bekleidungsbereich entwickelte Abschirmstoff zeigt die bisher besten Abschirmwerte im Vergleich zu den kommerziell erhältlichen Geweben.

Umrechnungshilfe:

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