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

85577 Neubiberg, 23.03.2003
Werner-Heisenberg-Weg 39
Tel. + Fax. 089/6004-3690

Gutachten

Auftraggeber: NEHER Systeme GmbH & Co. KG
Wellendinger Str. 15
78665 Frittlingen

Messobjekt: HF-Insektenschutzgewebe

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

Prüfungsgrundlage: IEEE-Standard 299-1997, in Anlehnung MIL-Standard 285

Datum d. Messungen: 07. 03. 2003

Umfang: 4 Seiten Text und 4 Messprotokolle in Anlage 1 und Anlage 2
Kalibrierwerte und genauere Frequenzangaben in Anlage 3

Resultat: Das neue HF-Insektenschutzgewebe zeigte bei den Untersuchungen mit vertikal und horizontal polarisierten elektromagnetischen Wellen überhaupt keine Unterschiede in seinem ausgezeichneten bis sehr guten Schirmungsverhalten gegenüber den unterschiedlichen Polarisationsrichtungen. Als Folge davon muss beim praktischen Einbau dieses Gewebes nicht auf die Produktionsrichtung des Materials geachtet werden. Die getrennten Messungen für vertikale Polarisation in Anlage 1 und die Messungen mit horizontaler Polarisation in Anlage 2 verdeutlichen diesen Sachverhalt.
Für die besonders interessanten Frequenzen der Mobilfunknetze konnten folgende Schirmdämpfungswerte ermittelt werden:
Bei GSM 900 (D-Netz bei 900 MHz) betrug die Abschirmung 30 dB, d.h. 99,9% der eintreffenden Leistung wird abgeschirmt, nur 0,1% dringt hindurch.
Bei GSM 1800 (E-Netz bei 1800 MHz) liegt die Schirmdämpfung immer noch bei sehr guten 25 dB, d.h. es wird hier 99,7% der außen eintreffenden Leistung abgeschirmt, nur 0,3% dringt noch durch.
Diesen Wert kann man auch für die künftigen UMTS-Frequenzen (ca. 1900 MHz – 2100 MHz) zugrunde legen.

Neubiberg, 23.03.2003

Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli

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

85577 Neubiberg, 23.03.2003
Werner-Heisenberg-Weg 39
Tel. + Fax. 089/6004-3690

1. Vorbemerkungen

Um das NEHER – HF-Insektenschutzgewebe auf seine Abschirmwirkung gegenüber elektromagnetischen Wellen zu untersuchen, wurden die unter Ziffer 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 das Messobjekt, in **Dezibel (= dB)** ermittelt.

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 Leistungs- bzw. Strahlungsflussdichte 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 bzw. aus den entsprechenden Feldstärken geschieht mit folgender Gleichung:

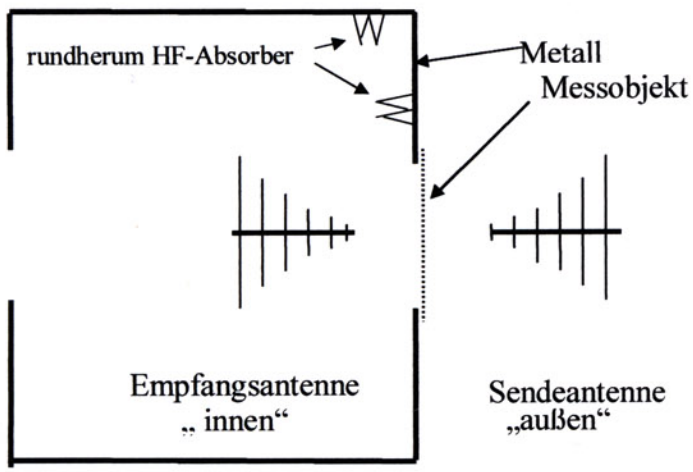
$$a_{Schirm} = 10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} = 20 \cdot \log \frac{E_2}{E_1}$$

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

85577 Neubiberg, 23.03.2003
Werner-Heisenberg-Weg 39
Tel. + Fax. 089/6004-3690

2. Messaufbau und Messablauf

Die Messungen wurden in Anlehnung an die aktuelle IEEE-Standard 299-1997 (Messaufbau identisch mit MIL-Standard 285) am 07.03.2003 in einem Messraum der Radarhalle an der Universität der Bundeswehr München in Neubiberg im Frequenzbereich von 200 MHz bis 10 GHz mit linear polarisierten Wellen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde das zu prüfende Objekt - 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 wurden die Antennen in der Polarisationsachse gedreht.



Messanordnung zur Bestimmung der Schirmdämpfung

Nach der Kalibrierung der Mess-Strecke (ohne Prüfling zur Festlegung des 0 dB-Transmissionswertes und mit einer Aluminium-Platte als Prüfling zur Feststellung der Dichtigkeit der Gesamtanordnung) wurde die Schirmdämpfung der Messobjekte - bedingt durch die Frequenzbänder der Messantennen - in zwei Frequenzbereichen durchgeführt:

Bereich I: 200 MHz bis 2.200 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:

Vektorieller Netzwerkanalysator Typ 360, (40 MHz bis 18,6 GHz), Fa. Wiltron
Mess-Antennen: Bilog-Antennas , 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, 23.03.2003
Werner-Heisenberg-Weg 39
Tel. + Fax. 089/6004-3690

3. Messergebnisse und ihre Bewertung

In den Anlagen mit den Messkurven sind die Schirmdämpfungen in Dezibel jeweils im oberen Diagramm für den Frequenzbereich 200 MHz bis 2.200 MHz und im darunterliegenden Diagramm für den Bereich 1 GHz bis 10 GHz dargestellt.
Somit wurde der wichtige Frequenzbereich zwischen 1000 MHz und 2200 MHz zweimal messtechnisch erfasst und lässt eine gute Kontrolle über die Reproduzierbarkeit der Messungen zu.

Bei den Messungen in *Anlage 1* wurde das HF-Insektenschutzgewebe mit vertikal polarisierten Wellen untersucht. *Anlage 2* zeigt die Resultate für Messungen mit horizontal polarisierten Wellen.

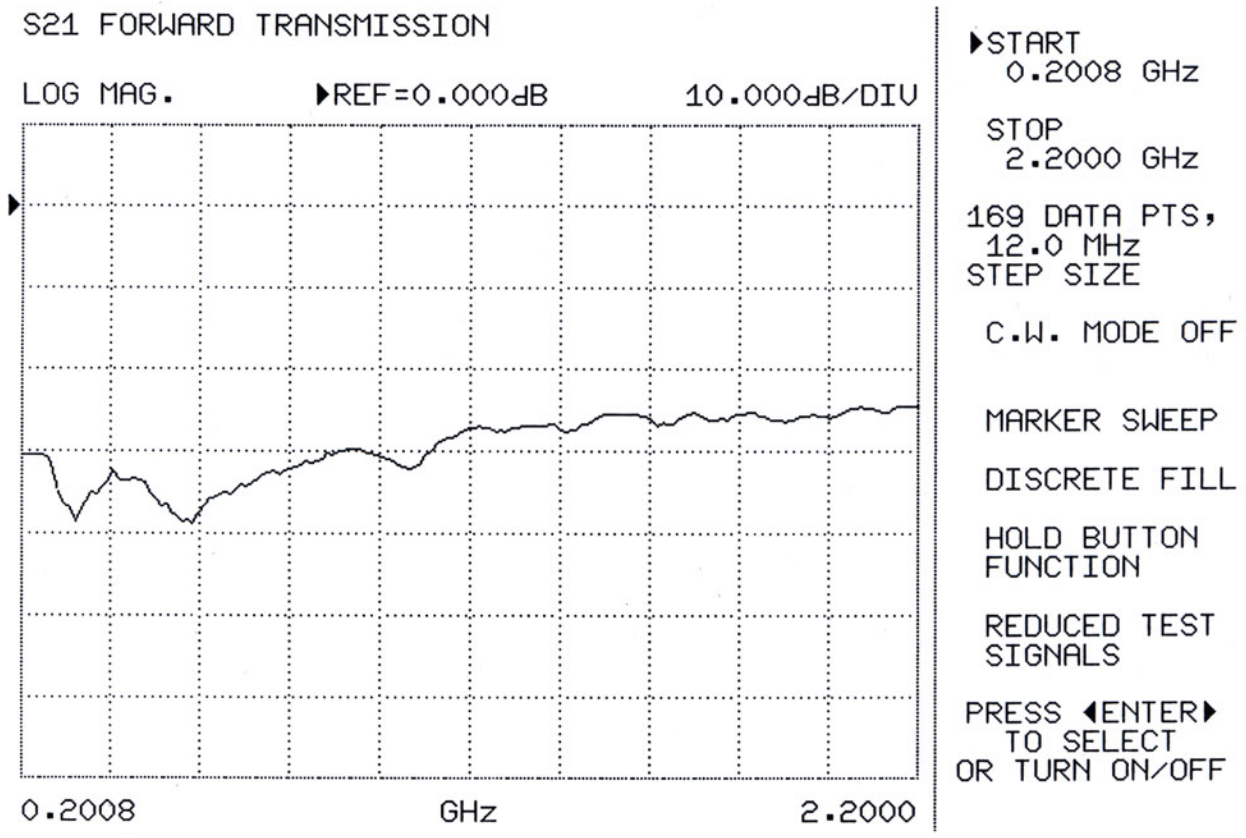
Die Ergebnisse sind identisch. Daraus kann man folgern, dass die Einbaurichtung dieses Gewebes völlig unabhängig von der Webrichtung ist.

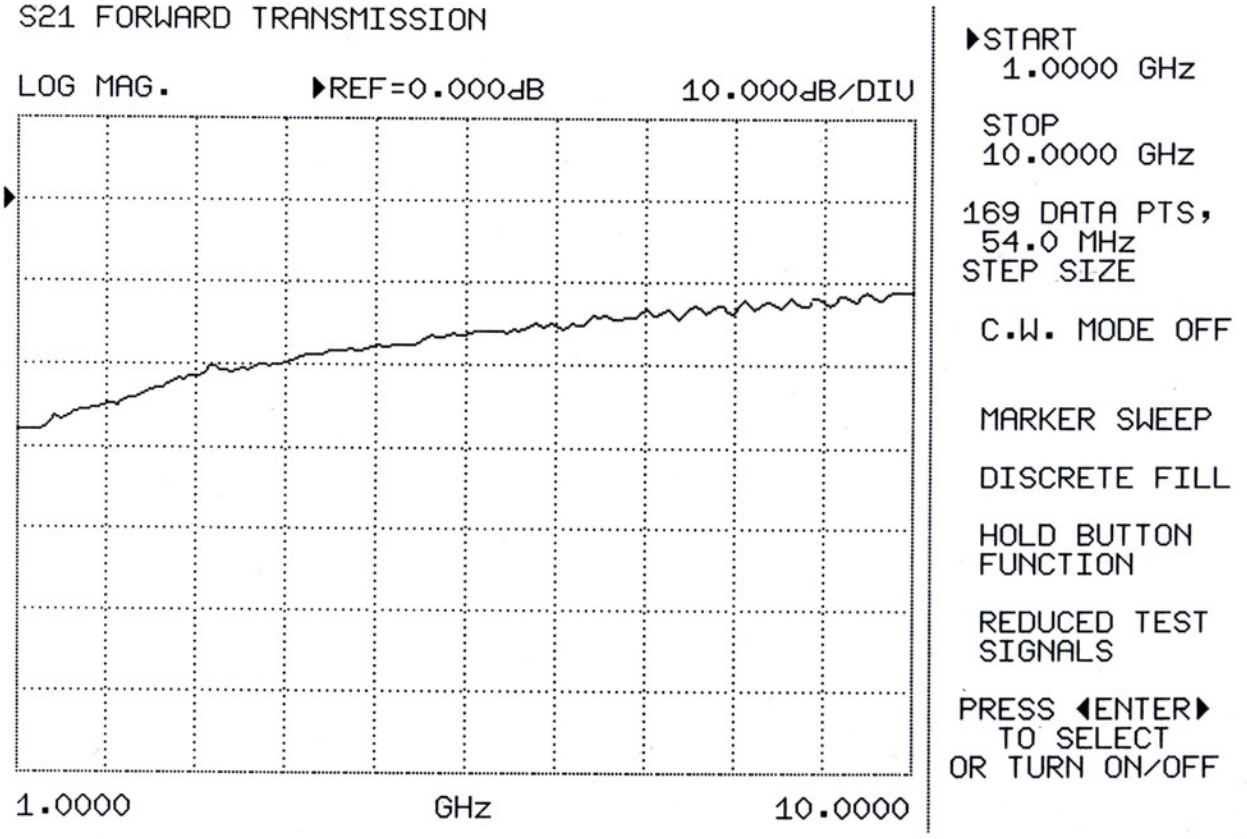
Aufgrund seiner sehr guten Dämpfungswerte im D-Netz- und E-Netz/UMTS-Frequenzbereich kann es effektiv dazu beitragen, direkte oder vagabundierende elektromagnetische Strahlungsleistungen überall dort fernzuhalten, wo z.B. einfache Glasfenster den Zutritt ermöglichen würden oder wo andere Öffnungen zwar luftdurchlässig aber HF-undurchlässig abgedeckt werden sollen.

Neubiberg, 23.03.2003

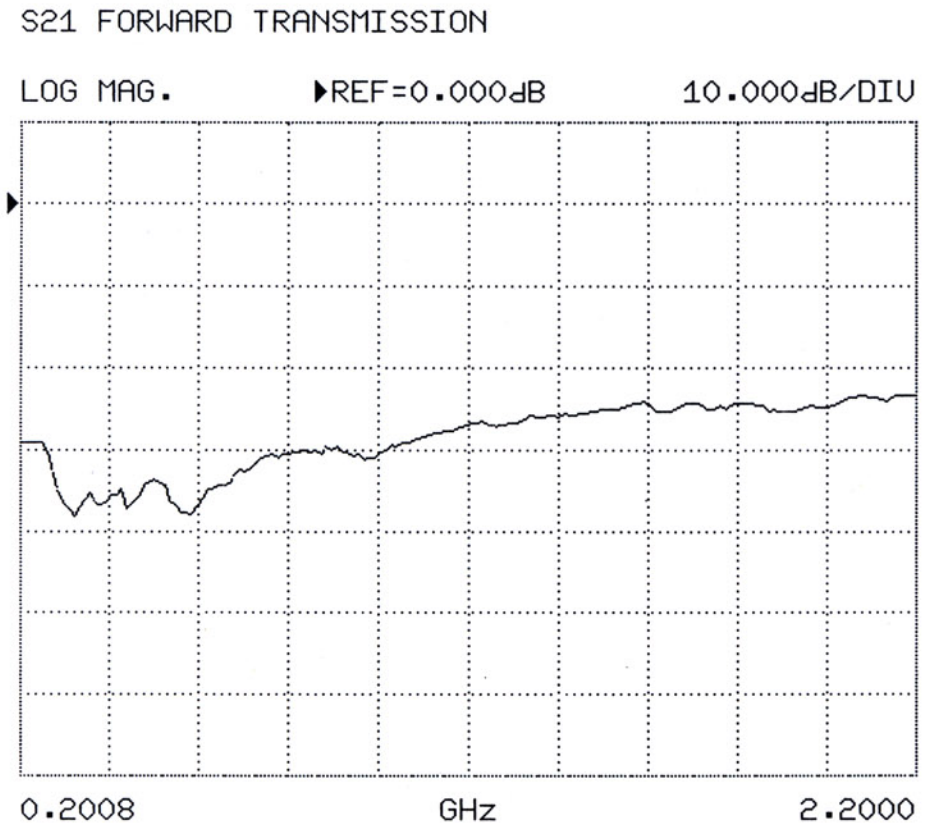
Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli

NEHER HF-Insektenschutzgewebe
(oben MHz-Messung, unten: GHz-Messungen)





NEHER HF-Insektenschutzgewebe
(oben MHz-Messung, unten: GHz-Messungen)



▶START
0.2008 GHz

STOP
2.2000 GHz

169 DATA PTS,
12.0 MHz
STEP SIZE

C.W. MODE OFF

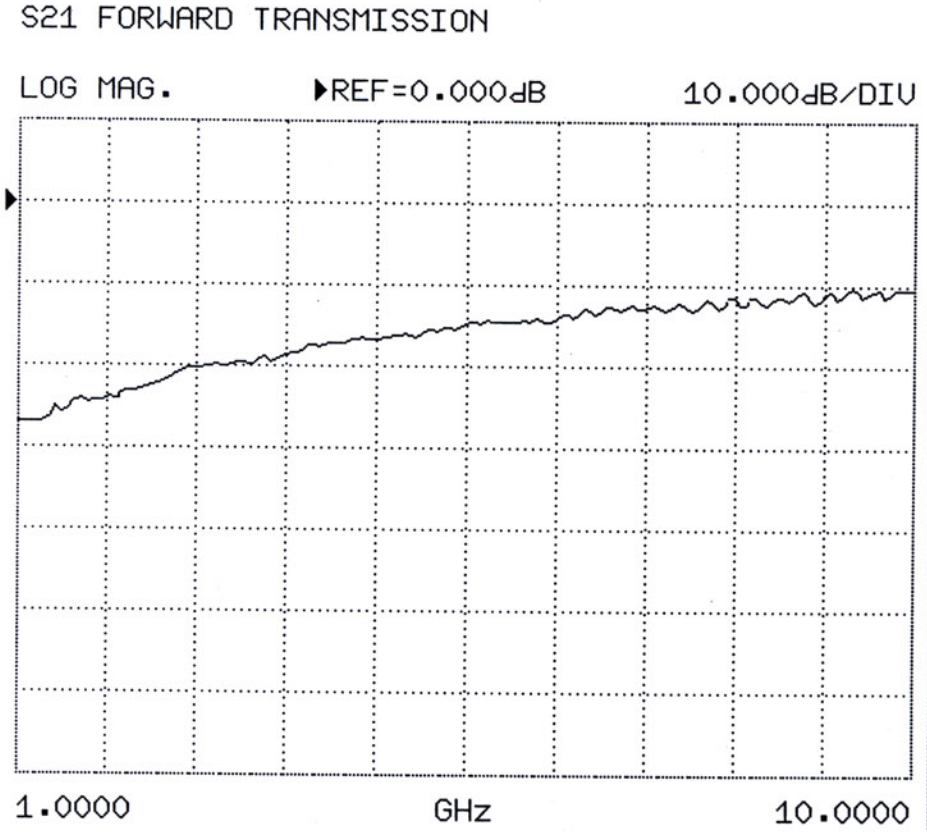
MARKER SWEEP

DISCRETE FILL

HOLD BUTTON
FUNCTION

REDUCED TEST
SIGNALS

PRESS ◀ENTER▶
TO SELECT
OR TURN ON/OFF



▶START
1.0000 GHz

STOP
10.0000 GHz

169 DATA PTS,
54.0 MHz
STEP SIZE

C.W. MODE OFF

MARKER SWEEP

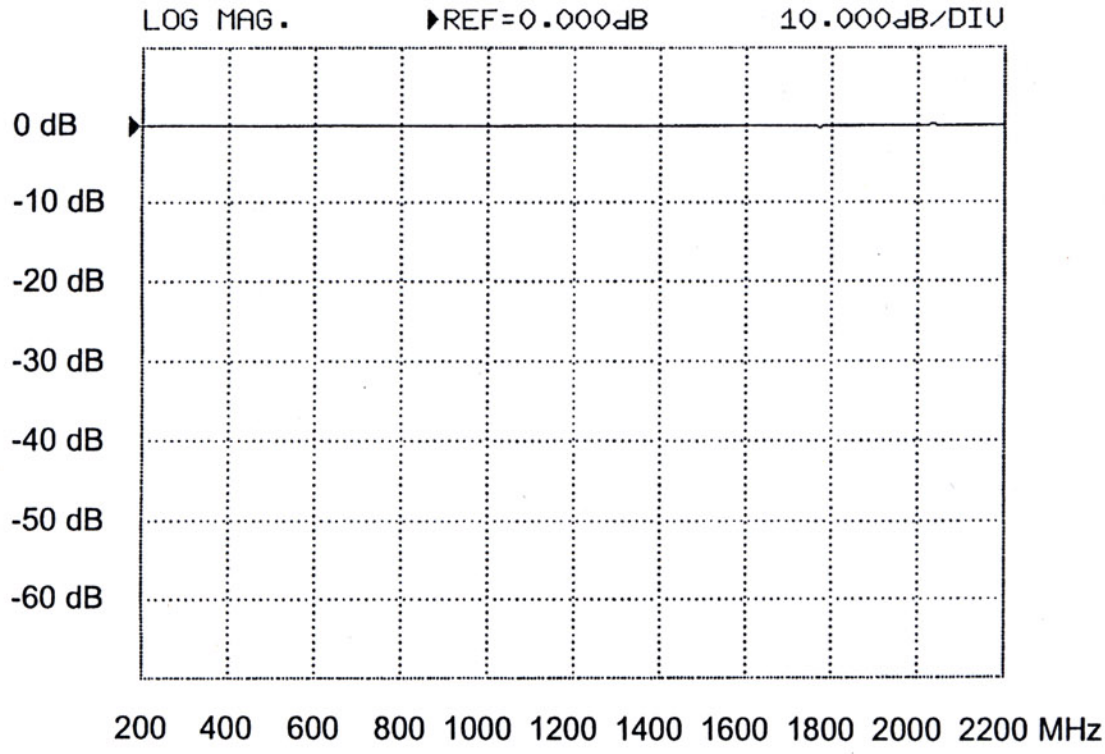
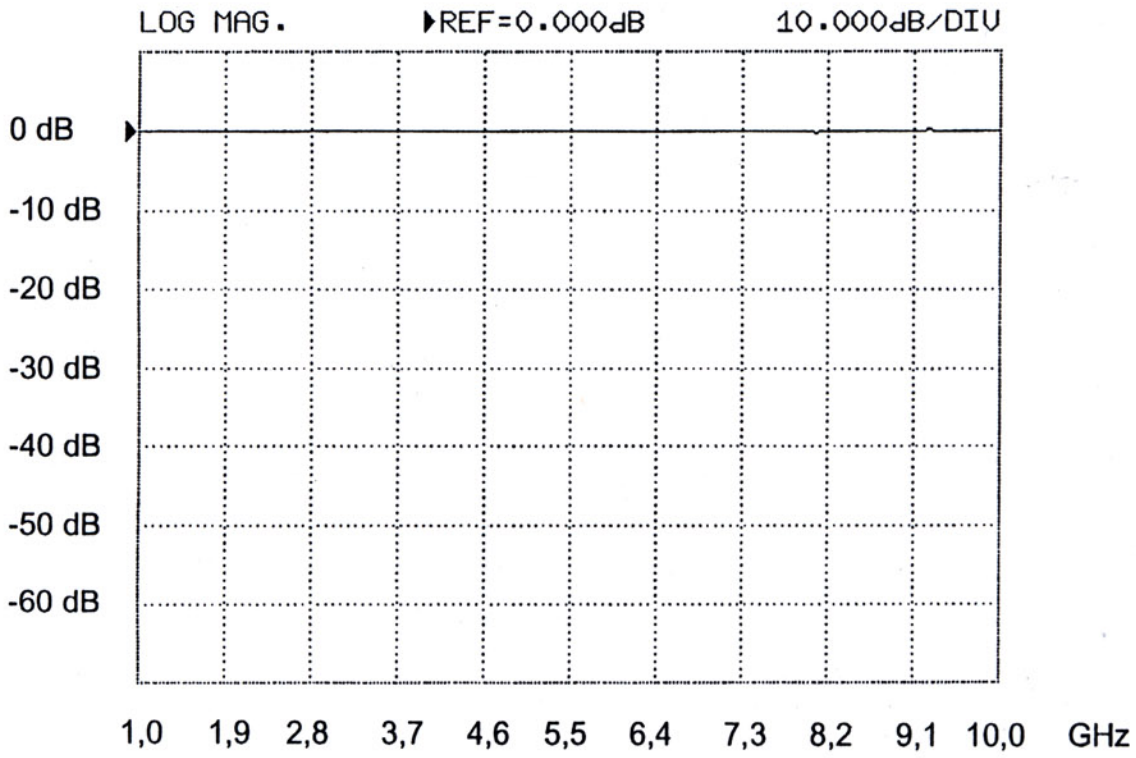
DISCRETE FILL

HOLD BUTTON
FUNCTION

REDUCED TEST
SIGNALS

PRESS ◀ENTER▶
TO SELECT
OR TURN ON/OFF

Prof. Dipl.-Ing. P. Pauli

Anlage 3 zum Gutachten vom 23.03.2003
Kalibriermesskurven mit Frequenzangaben
für den MHz- und GHz-Bereich

Diese Kurven (0 dB) wurden erfasst, während sich kein Messobjekt in der Messöffnung befand. Sie dienen also zur Kalibrierung des 0 dB-Wertes. Gleichzeitig sind zu den Koordinaten-Linien die aktuellen Frequenzwerte angegeben.