

Gutachten

- Auftraggeber:** Ampack AG Bautechnik
Seebleichstrasse 50
CH-9401 Rorschach
- Messobjekt:** Sisalex™ 514
- Auftrag:** Messung der Schirmdämpfung gegen elektromagnetische Wellen
im Frequenzbereich 200 MHz bis 10 GHz
- Prüfungsgrundlage:** MIL-Standard 285 und VG-Norm 95 370, Part 15
- Datum d. Messungen:** 23. 09.2002
- Umfang:** 4 Seiten Text, 4 Messprotokolle in den Anlagen 1 - 2
Anlage 3: Kalibrierkurven zur Frequenzablesung
Anlage 4 Vergleichsmessung an einer 2 mm Aluminiumplatte

Resultat: Bei den Messungen wurde festgestellt, dass die Schirmdämpfung des geprüften Produktes Sisalex™ 514 sowohl im gemessenen MHz-Bereich als auch im GHz-Frequenzbereich ganz unabhängig von der Polarisierung des Mess-Signals war.

- *Anlage 1* zeigt die Resultate für Polarisierung parallel zur Produktionsrichtung,
- *Anlage 2* zeigt die Resultate für Polarisierung quer zur Produktionsrichtung
- *Anlage 3* zeigt die Kalibriermessung, ohne Messobjekt zwischen Sende- und Empfangsantenne und ermöglicht eine genauere Frequenzablesung).

Da die Schirmdämpfung der mit Aluminium kaschierten Dampfsperre so außerordentlich stark war, ist der verwendete Messaufbau wegen nicht ganz vermeidbarem Übersprechen im unteren MHz-Bereich an die Grenze seiner Meszdynamik gekommen. Dies zeigt Anlage 4, in der das Resultat der Vermessung einer massiven, 2mm dicken Aluminiumplatte dargestellt ist. Die Dämpfung dieser Platte gegenüber Funksignalen im Mobilbereich ist genauso wie die der Dampfsperre Sisalex™ 514 größer als 50 dB, d.h. mehr als 99,999% der Strahlungsleistung werden abgeschirmt. Man sieht, dass die Resultate des Sisalex™ 514 fast identisch mit den Werten der Aluminiumplatte sind, also fast nicht mehr übertroffen werden können. Dabei ist es egal, welche Seite der Dampfsperre den einfallenden elektromagnetischen Wellen zugewandt ist.

1. Vorbemerkungen

Um die Wirksamkeit der Dampfsperre SisalexTM 514 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 Leistungs- bzw. Strahlungsdichte zur Bewertung der Schirmwirkung herangezogen wird.

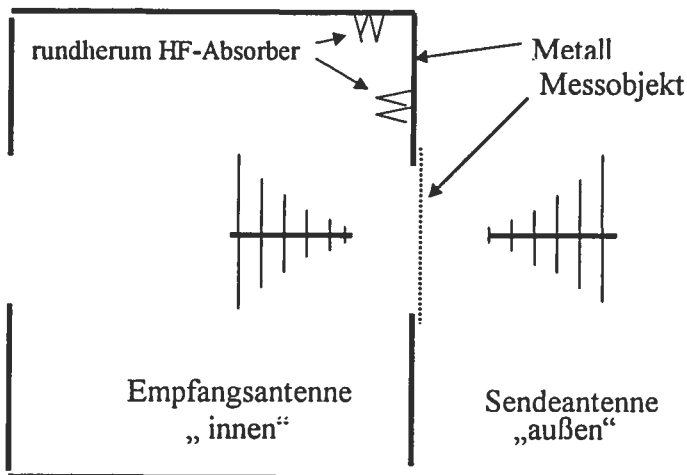
Umrechnung der Dämpfung von dB in %			
dB	Durchlass in %	DB	Durchlass in %
0	100,00		
1	81,00	21	0,78
2	62,80	22	0,63
3	50,00	23	0,50
4	40,00	24	0,39
5	31,60	25	0,31
6	25,00	26	0,25
7	20,00	27	0,20
8	16,00	28	0,18
9	12,50	29	0,12
10	10,00	30	0,10
11	7,90	31	0,08
12	6,25	32	0,06
13	5,00	33	0,05
14	4,00	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

Die Berechnung der Schirmdämpfung in dB aus der Leistung P_1 vor dem Schirm und P_2 hinter dem Schirm geschieht mit folgender Gleichung:

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

2. Messaufbau und Messablauf

Die Messungen wurden gemäß MIL-Standard 285 am 23.09.2002 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 Materialproben ganzflächig zu der Metallplatte des Messaufbaues Kontakt hatten. Wegen der hohen Schirmwirkung der Dampfsperre konnte der Einfluss von externem Übersprechen nicht ganz eliminiert werden. Zur Messung der unterschiedlichen Polarisationen wurden die Proben um 90° 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 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:

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

3. Messergebnisse und ihre Bewertung

Bei den Messungen wurde zunächst festgestellt, dass die Schirmdämpfung des geprüften Produktes mit der Bezeichnung **Sisalex™ 514** sowohl im gemessenen MHz-Bereich als auch im GHz-Frequenzbereich ganz unabhängig von der Polarisation des Mess-Signals war. Dies vereinfacht seine Anwendung, da unabhängig von der Verlegerichtung der Dampfsperre elektromagnetische Wellen mit sämtlichen Polarisationsrichtungen hervorragend abgeschirmt werden.

Im Anhang sind folgende Messungen dokumentiert, wobei in der oberen Kurve jeweils der sogen. MHz-Bereich dargestellt ist und darunter der GHz-Bereich.

Anlage 1 zeigt die Resultate für Polarisation parallel zur Produktionsrichtung,
Anlage 2 zeigt die Resultate für Polarisation quer zur Produktionsrichtung
Anlage 3 zeigt die Kalibriermessung, ohne Messobjekt zwischen Sende- und Empfangsantenne und ermöglicht eine genauere Frequenzablesung.

Da die Schirmdämpfung der mit Aluminium kaschierten Dampfsperre so außerordentlich stark war, ist der verwendete Messaufbau wegen nicht ganz vermeidbarem Übersprechen im unteren MHz-Bereich an die Grenze seiner Messdynamik gekommen.

Dies zeigt Anlage 4, in der das Resultat der Vermessung einer massiven, 2mm dicken Aluminiumplatte dargestellt ist. Die Dämpfung dieser Platte gegenüber Funksignalen im Mobilfunkbereich muss eigentlich als „unendlich“ bezeichnet werden. Die Messungen für Platte und Dampfsperre ergeben auf jeden Fall Werte größer als 50 dB. Das bedeutet, dass durch die Bahnen des **Sisalex™ 514** mehr als 99,999% der Strahlungsleistung abgeschirmt werden. Dabei ist es egal, welche Seite der Dampfsperre den einfallenden elektromagnetischen Wellen zugewandt ist.



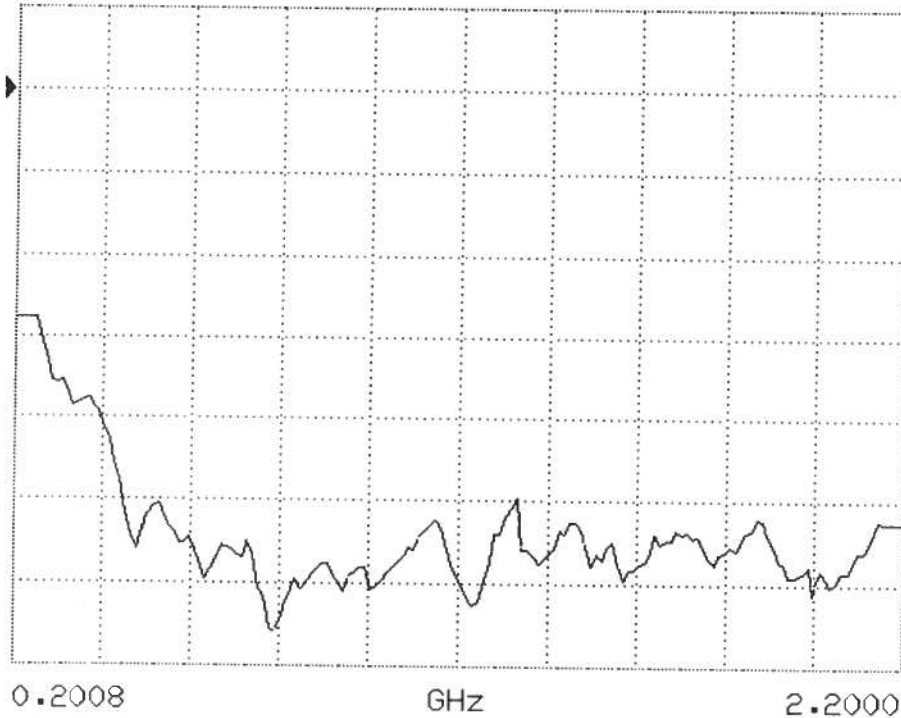
Messobjekt: Sisalex™ 514

(E-Feldstärken parallel zur Produktionsrichtung)

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

S21 FORWARD TRANSMISSION

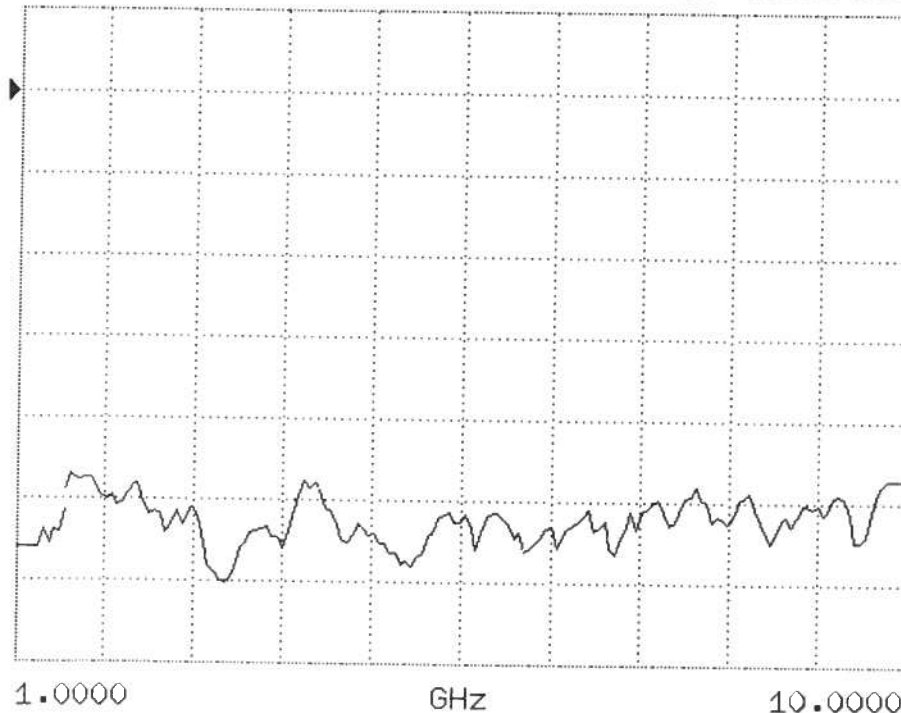
LOG MAG. ▶REF=0.000dB 10.000dB/DIU



▶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

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG. ▶REF=0.000dB 10.000dB/DIU



▶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

Messobjekt: Sisalex™ 514

(E-Feldstärken orthogonal zur Produktionsrichtung)

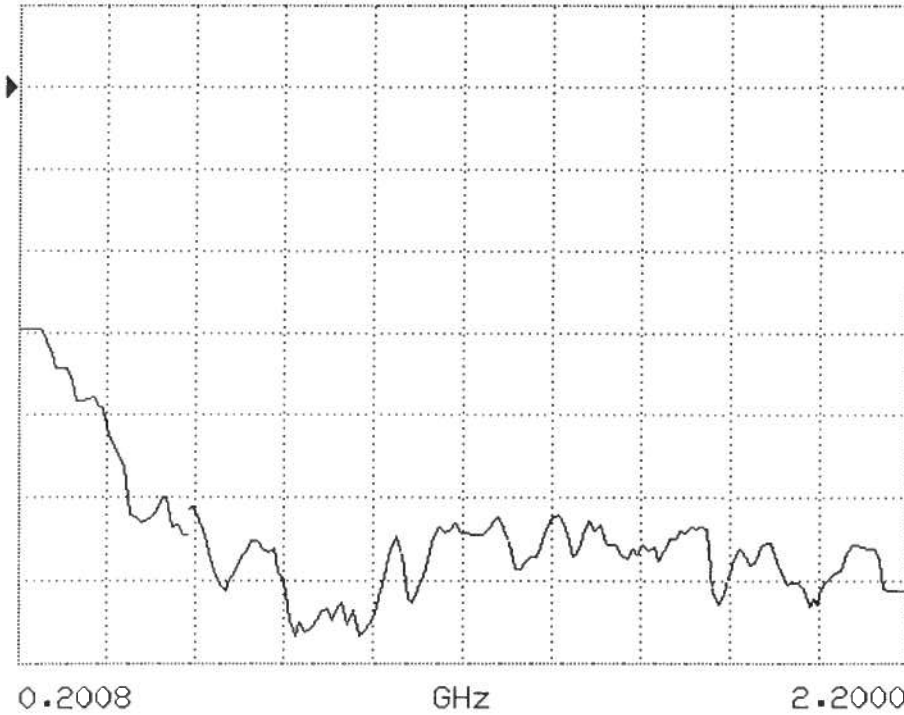
Obere Messkurve: Frequenzbereich 200MHz - 2200MHz Untere Messkurve: Frequenzbereich 1 GHz - 10 GHz

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIU



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

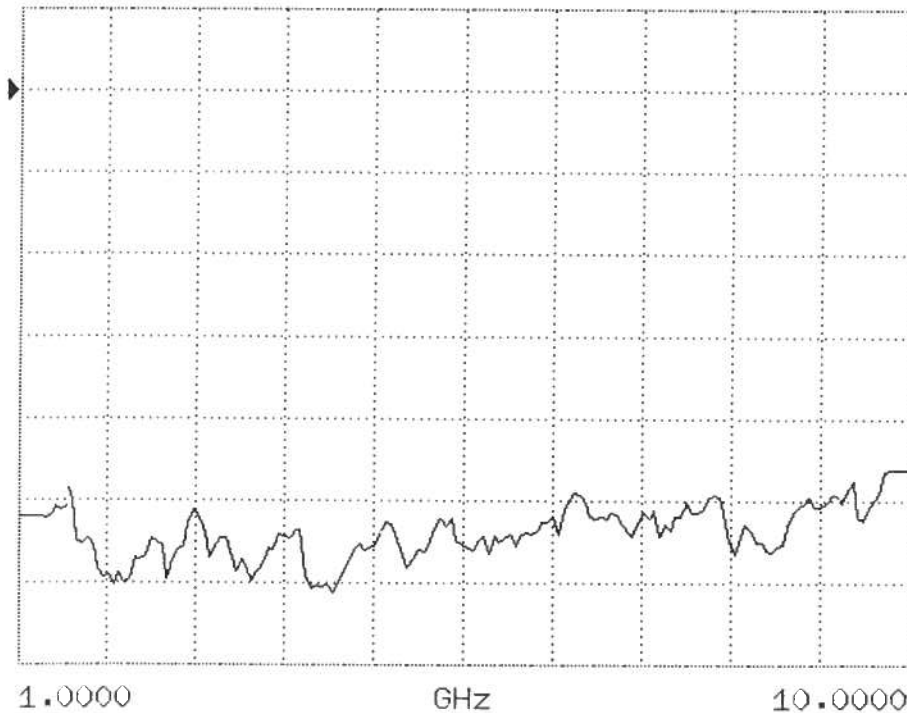
PRESS <ENTER>
TO SELECT
OR TURN ON/OFF

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIU



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

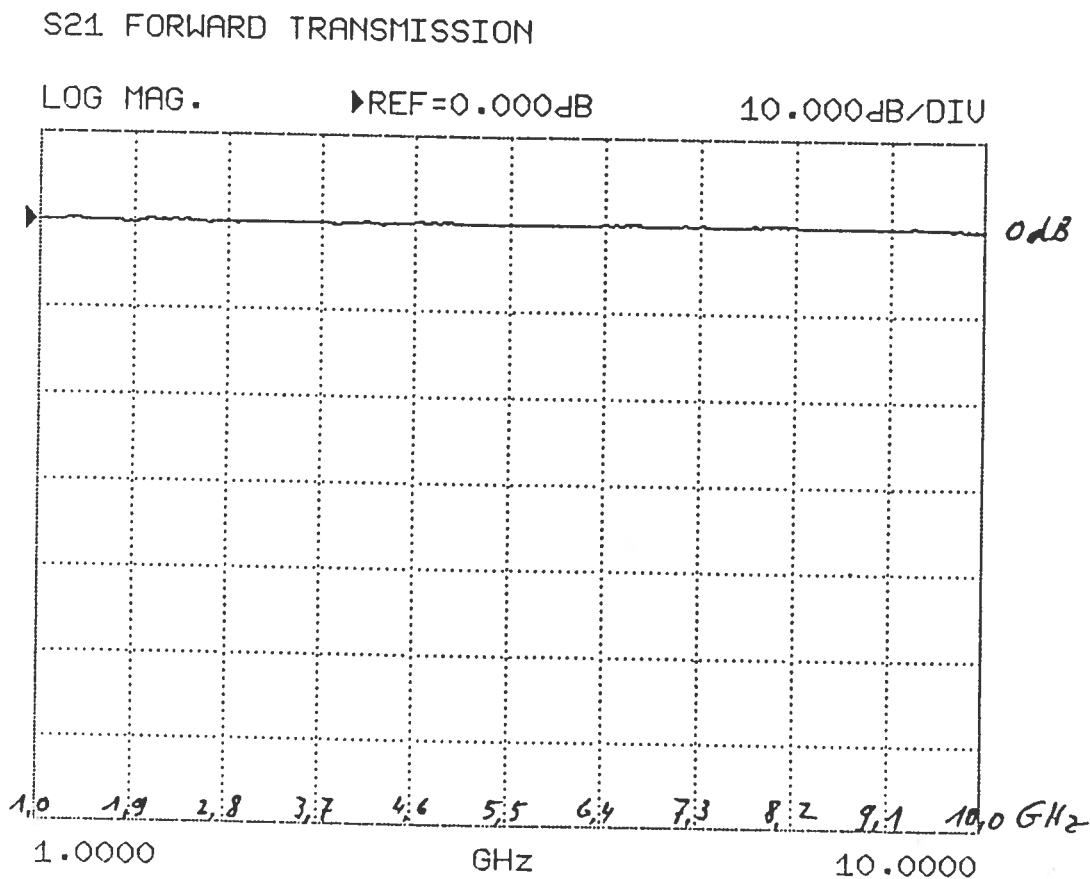
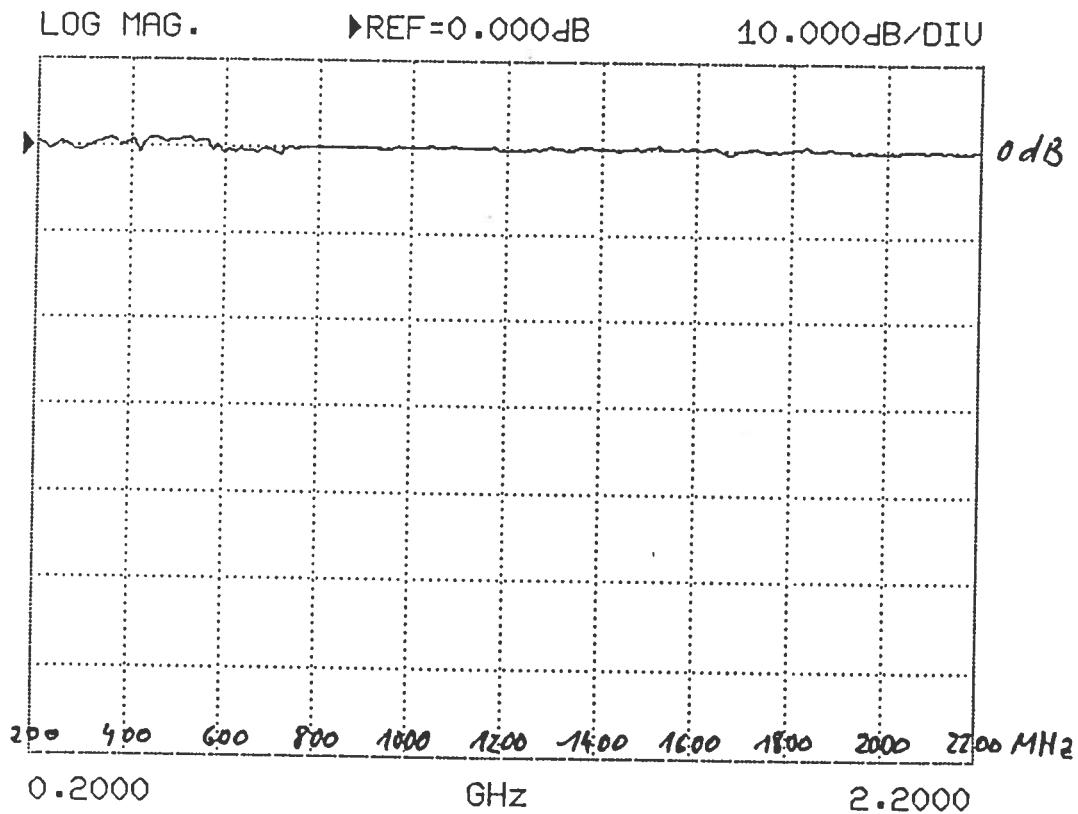
PRESS <ENTER>
TO SELECT
OR TURN ON/OFF

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

Obere Messkurve: Frequenzbereich 200 MHz - 2200 MHz

Untere Messkurve: Frequenzbereich 1 GHz - 10 GHz

0dB-Linie gilt für Messobjekte ohne jegliche Dämpfung. Vertikale Skalierung 10 dB/DIV



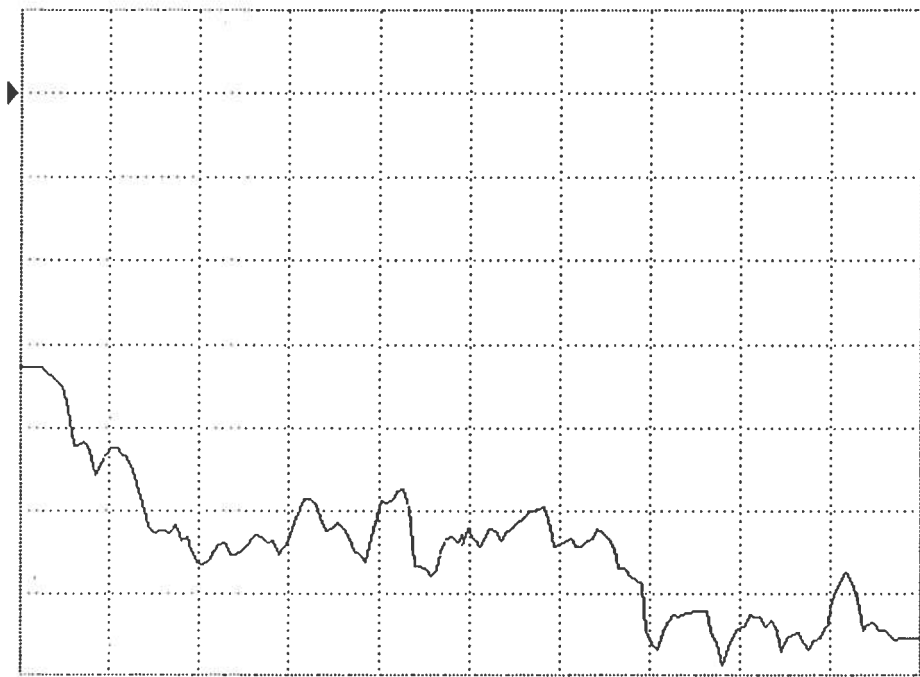
Messobjekt: 2mm dicke Aluminiumplatte
Frequenzbereich 200MHz - 2200MHz

S21 FORWARD TRANSMISSION

LOG MAG.

REF=0.000dB

10.000dB/DIU



0.2008

GHz

2.2000

SWEEP SETUP

▶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