

## Gutachten

vom 05.09.2019

- Auftraggeber:** LPS GmbH  
Air Bubble Film + Hybrid Insulation Production  
Gewerbering 1  
A-5144 Handenberg
- Messobjekte:** WÄRME-REFLEXIONS-STOFF Lu..po.Therm<sup>®</sup> (LPT-17)  
WÄRME-REFLEXIONS-STOFF Lu..po.Therm<sup>®</sup> (LPT-21)
- Auftrag:** Ermittlung der Schirmdämpfung gegenüber elektromagnetischen Wellen im Frequenzbereich von **100 MHz – 8 GHz**
- Prüfungsgrundlage:** ASTM D-4935-10
- Datum d. Messungen:** 5. September 2019
- Umfang:** 4 Seiten Text, 2 Messprotokolle als Anlage
- Resultate:** Die Wärme-Reflexions-Stoffe mit den Produktbezeichnungen **Lu..po.Therm<sup>®</sup> LPT-17** und **LPT-21** wurden nach der ASTM D-4935-Messmethode im Frequenzbereich von 100 MHz bis 8 GHz auf ihre Abschirmwirkung gegenüber elektromagnetischen Wellen untersucht.
- Durch ihren 17- bzw. 21schichtigen Aufbau, in dem 7 bzw. 11 Polypropylenfolien mit Aluminiumbeschichtung enthalten sind, konnte im gemessenen Frequenzbereich eine Abschirmwirkung gegenüber elektromagnetischen Wellen von über 100 dB nachgewiesen werden.
- Dieser Frequenzbereich wird derzeit von allen Mobilfunkdiensten (bis hin zu 5G) sowie von Bluetooth, WLAN (2,45GHz) und WLAN neu (5,8GHz) benutzt.

### 1. Vorbemerkungen

Bei der Messung der Dämpfung elektromagnetischer Wellen durch ein Schirmmaterial wird in der Regel der Prüfling mit hochfrequenter Energie einer bestimmten Leistungsflussdichte  $S_1$  oder mit einer bestimmten Leistung  $P_1$  bestrahlt. Hinter dem Schirmmaterial wird die hindurch dringende, abgeschwächte 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, nebenstehende Umrechnungstabelle zu verwenden.

Diese Tabelle ermöglicht die Umrechnung der logarithmischen dB-Werte in Prozentwerte, wobei in der Regel – wie hier in dieser Tabelle – die durch den Schirm hindurchdringende **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	0,000000001

Tabelle 1: Umrechnung von dB-Werten in Prozentwerte

## 2. Messaufbau für die Schirmdämpfungsmessung nach ASTM D 4935-2010 von 100 MHz – 8 GHz

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

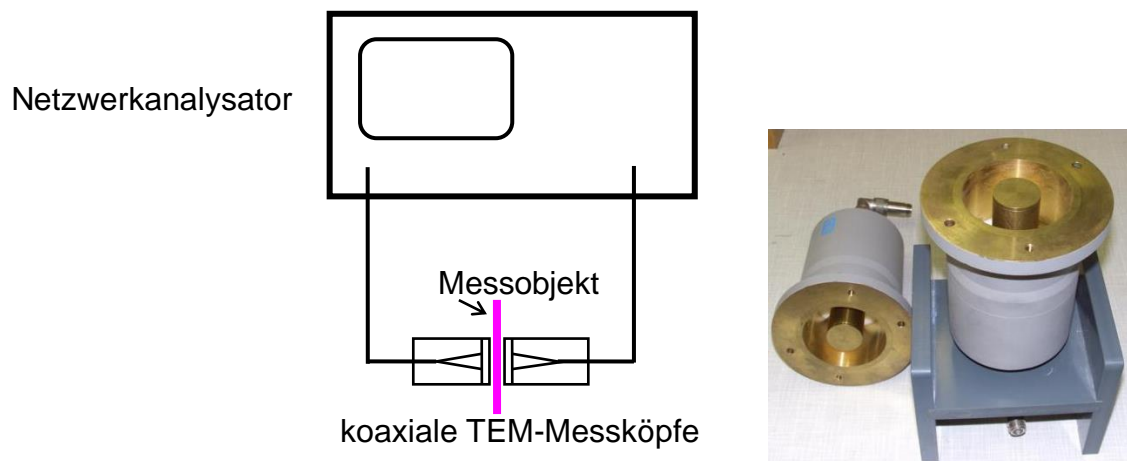


Bild 1 Messanordnung zur Ermittlung der Schirmdämpfung mit TEM-Messköpfen

Es wurden folgende Messgeräte verwendet:

Vektorieller Netzwerkanalysator Typ ZVRC (30 kHz – 8 GHz) Rohde & Schwarz  
Koaxiale TEM-Mess-Sonden, (1 MHz – 8 GHz), Fa. Wandel & Goltermann (S. Foto)  
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 Polarisation machen. Andererseits bekommt man die wichtige Information, wie sich das Messobjekt gegenüber Polarisationen von beliebigen Richtungen verhalten wird. **Dies kommt in der Praxis in der Regel vor, sodass die Messresultate sehr realitätsnah sind.**

### 3. Zusammenfassung der Resultate

In den Anlagen sind Messkurven für die die Schirmdämpfungswerte zwischen 100MHz und 8GHz beigefügt. Dort sind am rechten Rand oben die Schirmdämpfungswerte für einige wichtige Frequenzen in Dezibel zahlenmäßig ausgedruckt.

Zur leichteren Übersicht sind die Messresultate für einige wichtige Mobilfunkfrequenzen in nachstehender Tabelle zusammengefasst:

Funkdienst/Frequenz	Schirmdämpfung in dB	
	Lu..po.Therm® LPT-17	Lu..po.Therm® LPT-21
C-Netz, TETRA, 450 MHz	<b>103 dB</b>	<b>105 dB</b>
D-Netz, GSM900, 900 MHz	<b>111 dB</b>	<b>114 dB</b>
E-Netz, GSM1800, 1800 MHz	<b>102 dB</b>	<b>104 dB</b>
Blue-Tooth, WLAN 2450 MHz	<b>102 dB</b>	<b>107 dB</b>
5G (Sub 6GHz-Band) 3,4 – 3,8GHz	<b>105 dB</b>	<b>109 dB</b>
W-LAN neue Generation 5,8 GHz	<b>96 dB</b>	<b>96 dB</b>

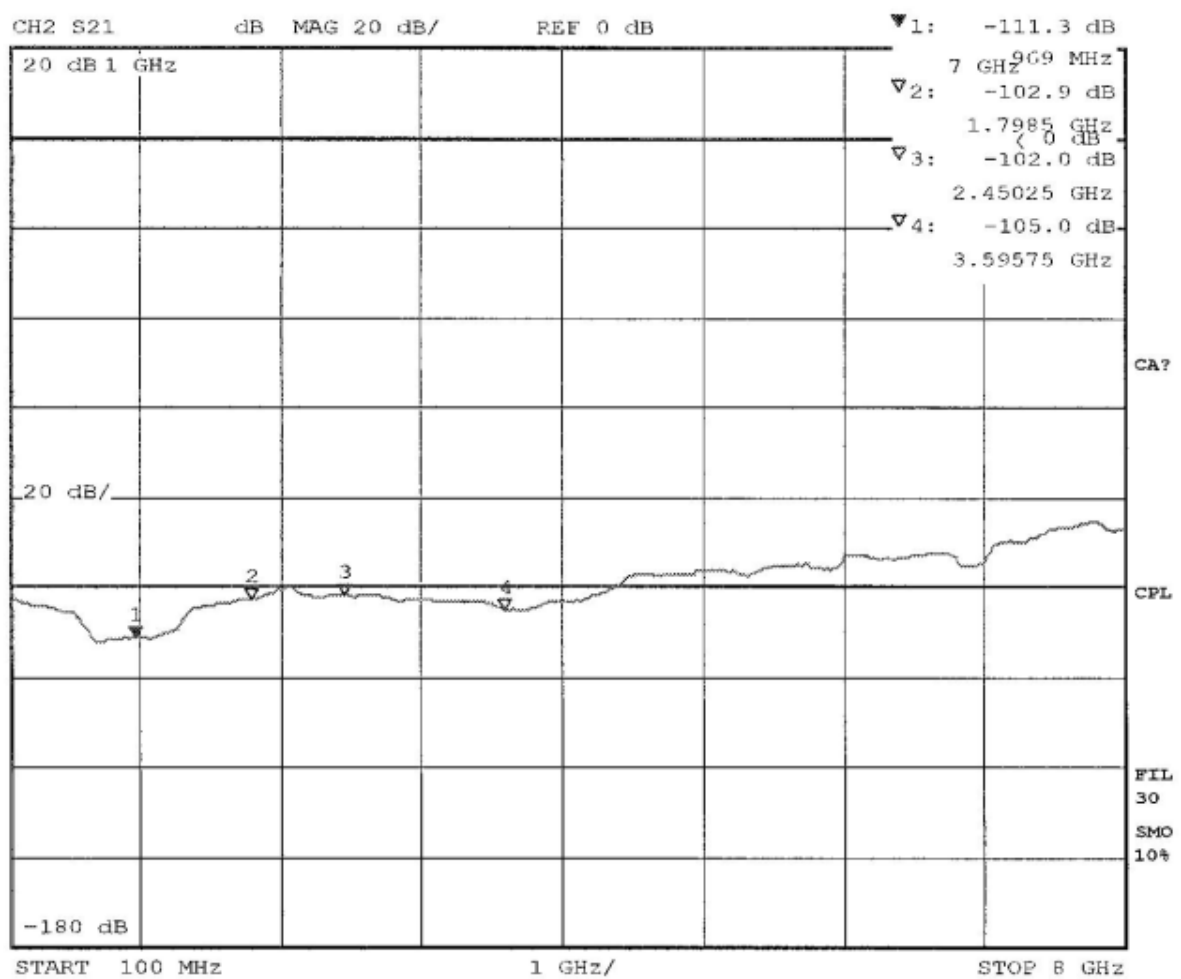
Tabelle 2: Schirmdämpfungswerte bei verschiedenen Frequenzen

### 4. Bewertung der Resultate

Durch den Aufbau beider Produkte mit den zahlreichen abschirmenden Einzelschichten kommen diese extrem hohen Schirmdämpfungswerte zustande. Bei einer Schirmdämpfung von 100 dB ist nur noch 0,01 Milliardstel der auftreffenden Strahlungsleistung hinter dem Schirmstoff nachweisbar.

Diese Werte können auch bei fachgerechter Montage der einzelnen Bahnen des Wärme-Reflexions-Stoffes aufrecht erhalten werden, wenn die Bahnen überlappt montiert werden und die Stoßstellen mit leitenden Folienbahnen überdeckt werden.

**Messobjekt:** WÄRME-REFLEXIONS-STOFF Lu..po.Therm® LPT 17  
Frequenzbereich: 100 MHz – 8 GHz



**Messobjekt:** WÄRME-REFLEXIONS-STOFF Lu..po.Therm® LPT 21  
Frequenzbereich: 100 MHz – 8 GHz

