

**Gutachten
 zur HF-Transmissionsdämpfung**

**Expert report
 on RF transmission attenuation**

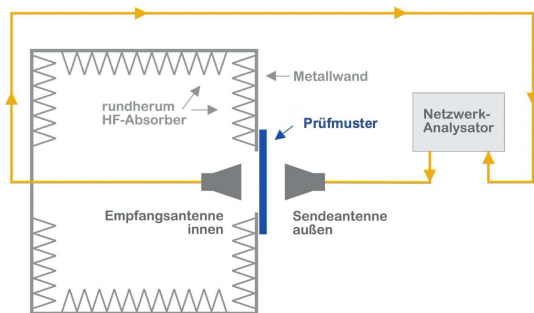
Auftraggeber / Customer: Swiss Shield AG, Bergstrasse 25, 8890 Flums, Schweiz/Switzerland

Die Messung der HF-Transmissionsdämpfung, umgangssprachlich auch Abschirmwirkung genannt, wurde im Frequenzbereich von 600 MHz bis 40 GHz durchgeführt.

The measurement of RF transmission attenuation, also commonly known as shielding effectiveness, was carried out in the frequency range from 600 MHz to 40 GHz.

**Messverfahren und Aufbau in Anlehnung an
 IEEE Standard 299™-2006**

Measuring method and setup based on



Geschirmte Messkammer mit Sende- und Empfangsantenne, Netzwerkanalysator sowie Prüfmuster.

Shielded test chamber with transmitting and receiving antenna, network analyzer and test sample.

Prüfaufbau

Messgeräte: Vektorielle Netzwerkanalysatoren Rohde & Schwarz ZNB 20 und ZNB 40 mit einer Messdynamik bis 140 dB.
 Antennen: Hornantennen mit horizontaler/vertikaler Polarisation innerhalb und ausserhalb einer Prüfkammer.

Test setup

Measuring devices: Vector Network Analyzers Rohde & Schwarz ZNB 20 and ZNB 40 with a measuring range up to 140 dB.
 Antennas: Horn antennas with horizontal/vertical polarization inside and outside the test chamber.

Es wird die Strahlungsdichte gemessen, die das Prüfmuster durchdringt und ins Verhältnis zur Strahlungsdichte vor dem Prüfmuster gesetzt. Die **Transmissionsdämpfung** kann in dB, als absoluter Faktor, als Schirmwirkungsgrad in % oder als Leistungsdurchlass in % angegeben werden (siehe nachfolgende Tabelle).

The power density that penetrates the test sample is measured and put in relation to the power density in front of the test sample. The **transmission attenuation** can be specified in dB, as absolute attenuation factor, as shielding effectiveness in % or power throughput in % (see table below).

Mehr dazu siehe: *Reduzierung hochfrequenter Strahlung im Bauwesen: Baustoffe und Abschirmmaterialien* von Peter Pauli und Dietrich Moldan; www.drmodaln.de

For more information: *Reducing Radio-frequency Radiation in the Built Environment: Building and Shielding Materials* by Peter Pauli and Dietrich Moldan; www.drmodaln.de

Prüfmuster vom: 18. November 2021
 Prüfdatum: 24. November 2021
 Messergebnisse siehe nächste Seite

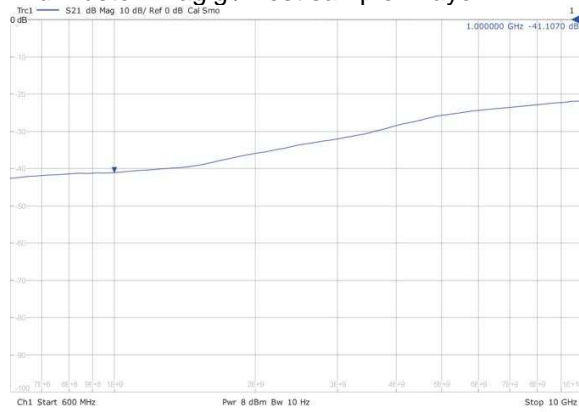
Test sample from: 18 November 2021
 Test date: 24 November 2021
 See next page for measurement results

Dämpfung in dB Attenuation in dB	Dämpfungsfaktor Attenuation factor	Schirmwirkungsgrad % Shielding effectiveness %	Leistungsdurchlass % Power transmission %
10	10	90	10
20	100	99	1
30	1 000	99.9	0.1
40	10 000	99.99	0.01
50	100 000	99.999	0.001
60	1 000 000	99.9999	0.000 1

HF-Transmissionsdämpfung: Skalierung
obere Linie = 0 dB
untere Linie = 100 dB

600 MHz bis / to 10 GHz

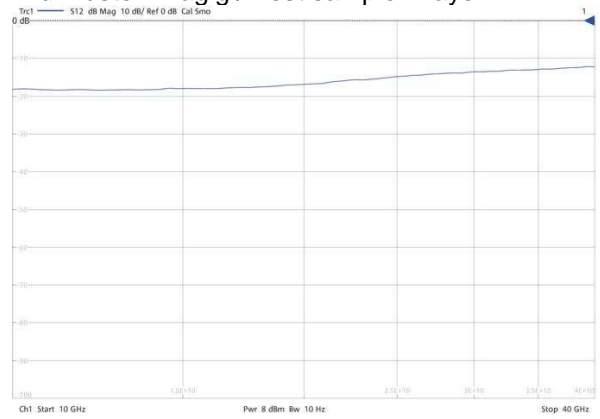
Prüfmuster 1-lagig / Test sample 1 layer



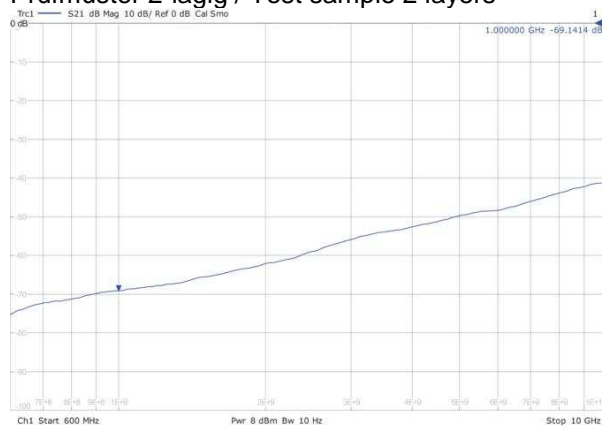
RF transmission loss: scale
Top line = 0 dB
Bottom line = 100 dB

10 GHz bis / to 40 GHz

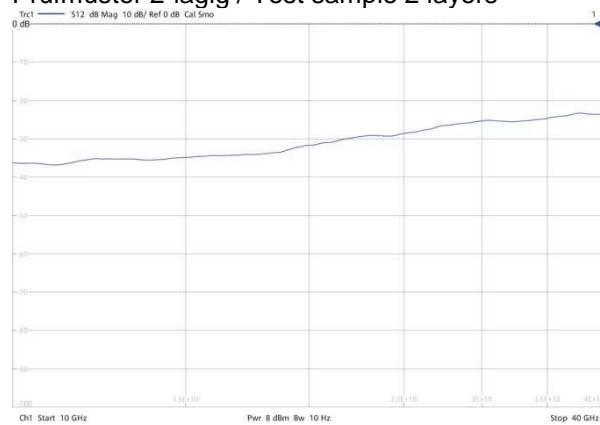
Prüfmuster 1-lagig / Test sample 1 layer



Prüfmuster 2-lagig / Test sample 2 layers



Prüfmuster 2-lagig / Test sample 2 layers



Dr.-Ing. Dietrich Moldan
Iphofen, 24.11.2021
SWISS SHIELD NATURELL Expert report 21049 211124

Übersicht mit Frequenzbereichen, Funkdiensten und Dämpfungen / Overview with frequency ranges, radio services and attenuation									
Frequenzbereich MHz	Funkdienst	Dämpfung		Dämpfungsfaktor		Schirmwirkungsgrad		Leistungsdurchlass	
Frequency range MHz	Radio service	Attenuation		Attenuation factor		Shielding effectiveness		Power transmission	
ca. / approx.		dB				%		%	
	Lagen / Layers >>>>	1	2	1	2	1	2	1	2
470-690	DVB-T2	42	73						
700-750	LTE, 5G wide ¹	42	72	15,900	15,900,000	99.9936910	99.9999937	0.0063090	0.0000063
790-820	LTE	41	71	12,600	12,600,000	99.9920570	99.9999921	0.0079430	0.0000079
920-960	GSM, LTE	40	69	10,000	7,940,000	99.9900000	99.9999871	0.0100000	0.0000129
1450-1500	5G wide (SDL ²)	38	64	6,310	2,510,000	99.9841500	99.9999602	0.0158500	0.0000398
1800-1880	GSM, LTE	36	63	3,980	2,000,000	99.9748800	99.9999499	0.0251200	0.0000501
1880-1900	DECT	36	62	3,980	1,590,000	99.9748800	99.9999369	0.0251200	0.0000631
2110-2170	LTE, 5G wide, UMTS ³	34	60	2,510	1,000,000	99.9601900	99.9999000	0.0398100	0.0001000
2400-2500	WLAN / WiFi 2400	33	58	2,000	631,000	99.9498700	99.9998415	0.0501300	0.0001585
2620-2690	LTE	32	57	1,590	501,000	99.9369100	99.9998005	0.0630900	0.0001995
3400-3700	5G fast ⁴	28	53	631	200,000	99.8415000	99.9994987	0.1585000	0.0005013
5150-5350	WLAN / WiFi 5200	24	49	251	79,400	99.6019000	99.9987110	0.3981000	0.0012890
20 000	5G mmWave ⁵	17	32	50	1,590	98.0050000	99.9369100	1.9950000	0.0630900
30 000	5G mmWave ⁵	14	25	25	316	96.0190000	99.6837000	3.9810000	0.3163000
40 000	5G mmWave ⁵	12	23	16	200	93.6910000	99.4987000	6.3090000	0.5013000

¹ 5G wide: 5G im Frequenzbereich unter 3 GHz, mit konventionellen Sektorantennen, kein aktives Beamforming, Bandbreiten 10 - 20 MHz; Datenraten nur mäßig höher als bei LTE
² SDL: **S**upplementary **D**own **L**ink, bedarfsweise temporär zugeschaltete Kapazitätserhöhung im Downlink
³ UMTS: Abschaltung dieses Mobilfunkdienstes ist bereits erfolgt bzw. in Kürze geplant
⁴ 5G fast: 5G im Frequenzbereich über 3 GHz, mit mMIMO-Antennen (massive MIMO), aktives Beamforming, Bandbreiten bis 100 MHz; sehr hohe Datenraten möglich
⁵ 5G mmWave: Millimeterwellen, Bandbreiten bis 400 MHz; sehr hohe Datenraten möglich; Breitenanwendung ca. ab 2025 zu erwarten

¹ 5G wide: 5G in the frequency range below 3 GHz, with conventional sector antennas, no active beamforming, bandwidths 10 - 20 MHz; Data rates only moderately higher than with LTE
² SDL: **S**upplementary **D**own **L**ink, if necessary, temporarily connected capacity increase in the downlink
³ UMTS: Shutdown of this mobile service has already taken place or is planned shortly
⁴ 5G fast: 5G in the frequency range above 3 GHz, with mMIMO antennas (massive MIMO), active beamforming, bandwidths up to 100 MHz; very high data rates possible
⁵ 5G mmWave: Millimeter waves, bandwidths up to 400 MHz; very high data rates possible; Widespread use is expected from around 2025