

**Gutachten
 zur HF-Transmissionsdämpfung**

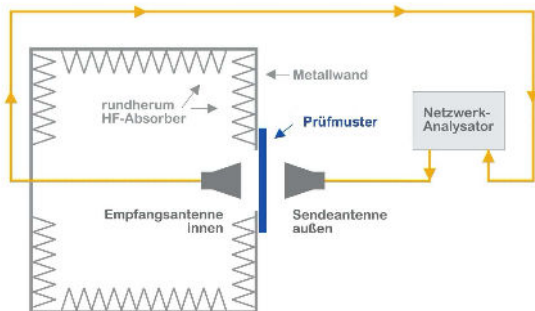
**Expert report
 on RF transmission attenuation**

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



Geschirmte Messkammer mit Sende- und Empfangsanne, 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.drmodalan.de

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

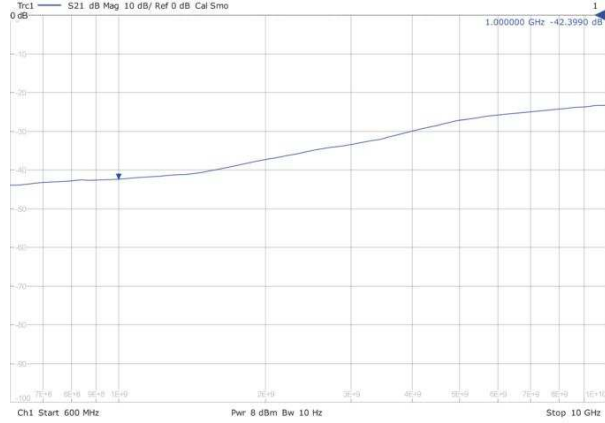
Dämpfung in dB Attenuation in dB	Dämpfungsfaktor Attenuation factor	Schirmwirkungsgrad % Shielding effectiveness %	Leistungsdurchlass % Power transmission %
10	10	90	10
20	100	99	1
30	1 000	99.9	0.1
40	10 000	99.99	0.01
50	100 000	99.999	0.001
60	1 000 000	99.9999	0.000 1

HF-Transmissionsdämpfung: Skalierung

obere Linie = 0 dB
untere Linie = 100 dB

600 MHz bis / to 10 GHz

Prüfmuster 1-lagig / Test sample 1 layer

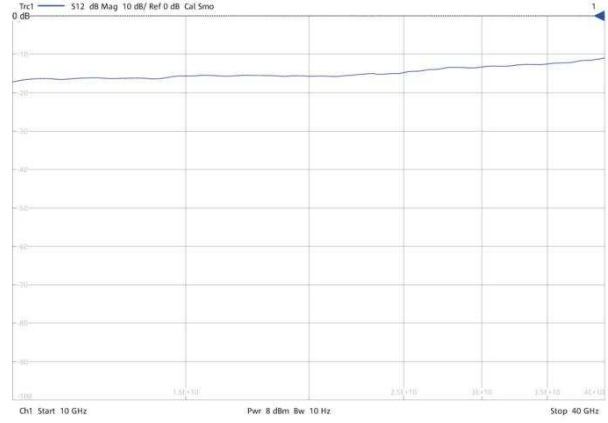


RF transmission loss: scale

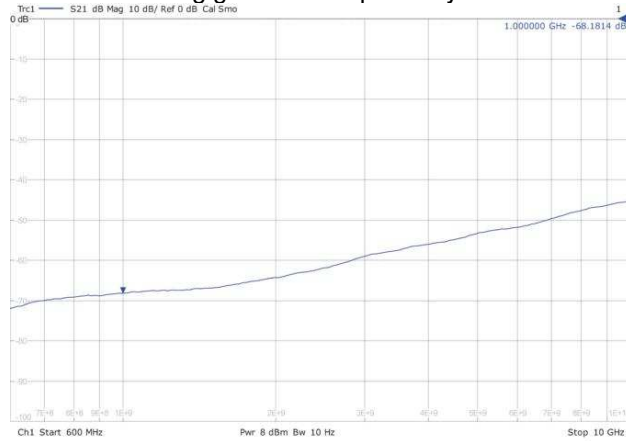
Top line = 0 dB
Bottom line = 100 dB

10 GHz bis / to 40 GHz

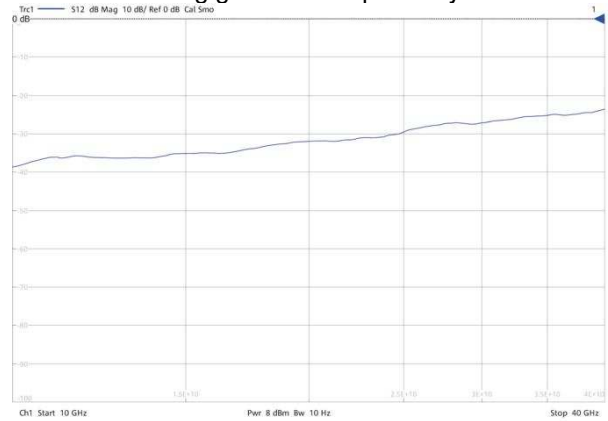
Prüfmuster 1-lagig / Test sample 1 layer



Prüfmuster 2-lagig / Test sample 2 layers



Prüfmuster 2-lagig / Test sample 2 layers



Dr.-Ing. Dietrich Moldan
Iphofen, 24.11.2021
SWISS SHIELD ULTIMA Expert report 21052 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	44	71						
700-750	LTE, 5G wide ¹	44	69	25,100	7,940,000	99.9960190	99.9999871	0.0039810	0.0000129
790-820	LTE	44	68	25,100	6,310,000	99.9960190	99.9999842	0.0039810	0.0000159
920-960	GSM, LTE	43	68	20,000	6,310,000	99.9949870	99.9999842	0.0050130	0.0000159
1450-1500	5G wide (SDL ²)	41	66	12,600	3,980,000	99.9920570	99.9999749	0.0079430	0.0000251
1800-1880	GSM, LTE	40	64	10,000	2,510,000	99.9900000	99.9999602	0.0100000	0.0000398
1880-1900	DECT	39	64	7,940	2,510,000	99.9871100	99.9999602	0.0128900	0.0000398
2110-2170	LTE, 5G wide, UMTS ³	38	62	6,310	1,590,000	99.9841500	99.9999369	0.0158500	0.0000631
2400-2500	WLAN / WiFi 2400	36	60	3,980	1,000,000	99.9748800	99.9999000	0.0251200	0.0001000
2620-2690	LTE	35	59	3,160	794,000	99.9683700	99.9998711	0.0316300	0.0001289
3400-3700	5G fast ⁴	32	57	1,590	501,000	99.9369100	99.9998005	0.0630900	0.0001995
5150-5350	WLAN / WiFi 5200	27	53	501	200,000	99.8005000	99.9994987	0.1995000	0.0005013
20 000	5G mmWave ⁵	16	32	40	1,590	97.4880000	99.9369100	2.5120000	0.0630900
30 000	5G mmWave ⁵	13	28	20	631	94.9870000	99.8415000	5.0130000	0.1585000
40 000	5G mmWave ⁵	11	23	13	200	92.0570000	99.4987000	7.9430000	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: **Supplementary Down Link**, 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: **Supplementary Down Link**, 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