

**Gutachten
 zur HF-Transmissionsdämpfung**

**Expert report
 on RF transmission attenuation**

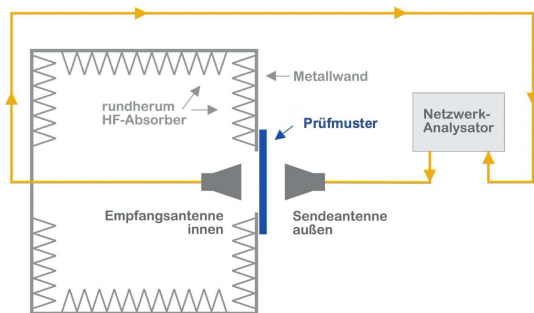
Auftraggeber / Customer: YSHIELD GmbH & Co KG, Rotthofer Str. 1, D-94099 Ruhstorf

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
 IEEE Standard 299™-2006**



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.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: 10. Mai 2021
 Prüfdatum: 12. Mai 2021
 Messergebnisse siehe nächste Seite

Test sample from: 10 May 2021
 Test date: 12 May 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

Vorbereitung des Prüfmusters
Auftrag mit Malerwalze,
Verbrauchsmenge: 4 m²/l

Preparation of test sample
Application with a paint roller,
Consumption rate: 4 m²/l

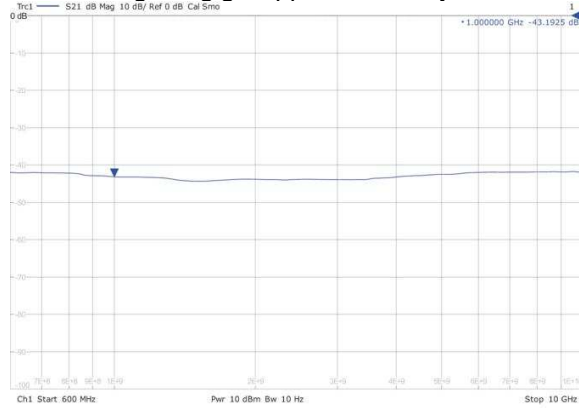
HF-Transmissionsdämpfung: Skalierung
obere Linie = 0 dB
untere Linie = 100 dB

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

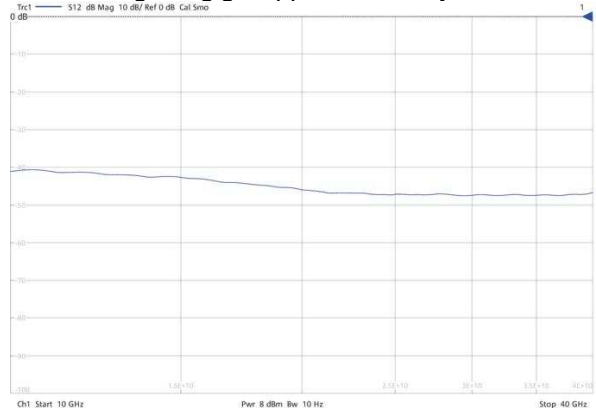
600 MHz bis / to 10 GHz

10 GHz bis / to 40 GHz

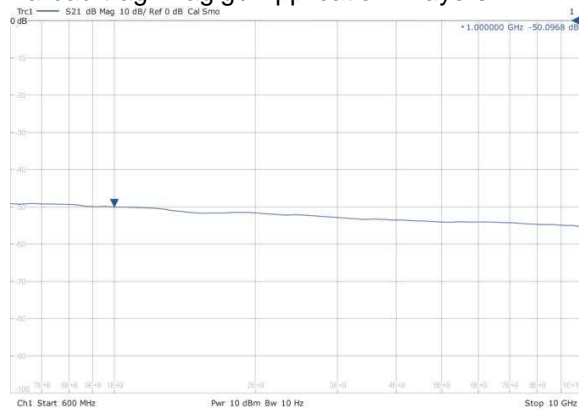
Farbauftrag 1-lagig / Application 1 layer



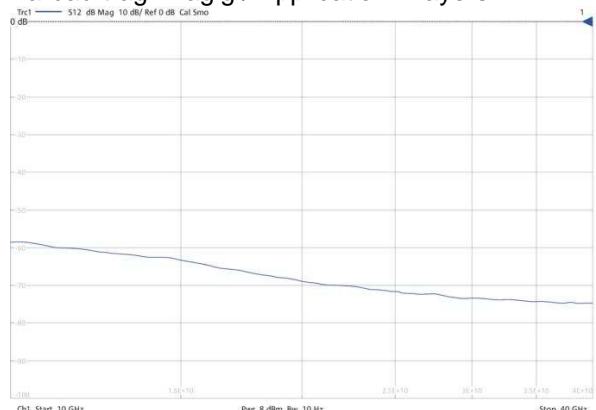
Farbauftrag 1-lagig / Application 1 layer



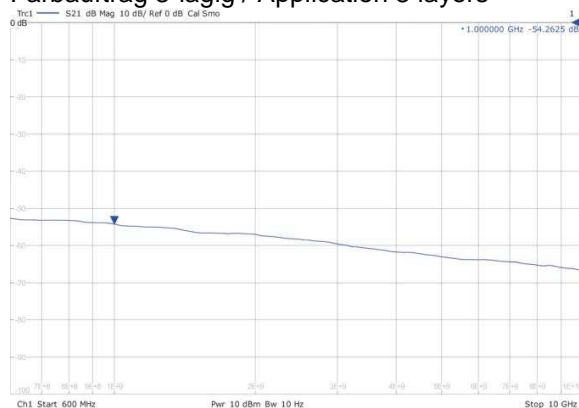
Farbauftrag 2-lagig / Application 2 layers



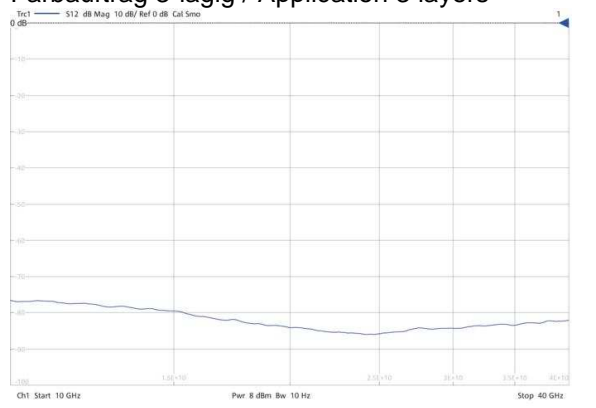
Farbauftrag 2-lagig / Application 2 layers



Farbauftrag 3-lagig / Application 3 layers



Farbauftrag 3-lagig / Application 3 layers



Dr.-Ing. Dietrich Moldan
Iphofen, 12.05.2021
YSHIELD HSF64 4m²prol Expert report 21010 210512

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						%			%		
	Farbauftrag Lagen >>>> Application layers	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
470-690	DVB-T2	42	48	53									
700-750	LTE, 5G wide ¹	42	48	53	15,900	63,100	200,000	99.9936910	99.9984150	99.9994987	0.0063090	0.0015850	0.0005013
790-820	LTE	43	49	54	20,000	79,400	251,000	99.9949870	99.9987110	99.9996019	0.0050130	0.0012890	0.0003981
920-960	GSM, LTE	43	50	54	20,000	100,000	251,000	99.9949870	99.9990000	99.9996019	0.0050130	0.0010000	0.0003981
1450-1500	5G wide (SDL ²)	43	51	56	20,000	126,000	398,000	99.9949870	99.9992057	99.9997488	0.0050130	0.0007943	0.0002512
1800-1880	GSM, LTE	43	52	57	20,000	159,000	501,000	99.9949870	99.9993691	99.9998005	0.0050130	0.0006309	0.0001995
1880-1900	DECT	43	52	57	20,000	159,000	501,000	99.9949870	99.9993691	99.9998005	0.0050130	0.0006309	0.0001995
2110-2170	LTE, 5G wide, UMTS ³	43	52	58	20,000	159,000	631,000	99.9949870	99.9993691	99.9998415	0.0050130	0.0006309	0.0001585
2400-2500	WLAN / WiFi 2400	43	52	58	20,000	159,000	631,000	99.9949870	99.9993691	99.9998415	0.0050130	0.0006309	0.0001585
2620-2690	LTE	43	53	59	20,000	200,000	794,000	99.9949870	99.9994987	99.9998711	0.0050130	0.0005013	0.0001289
3400-3700	5G fast ⁴	43	53	61	20,000	200,000	1,260,000	99.9949870	99.9994987	99.9999206	0.0050130	0.0005013	0.0000794
5150-5350	WLAN / WiFi 5200	43	54	64	20,000	251,000	2,510,000	99.9949870	99.9996019	99.9999602	0.0050130	0.0003981	0.0000398
20 000	5G mmWave ⁵	45	69	83	31,600	7,940,000	200,000,000	99.9968370	99.9999871	99.9999995	0.0031630	0.0000129	0.0000005
30 000	5G mmWave ⁵	48	73	84	63,100	20,000,000	251,000,000	99.9984150	99.9999950	99.9999996	0.0015850	0.0000050	0.0000004
40 000	5G mmWave ⁵	48	75	82	63,100	31,600,000	159,000,000	99.9984150	99.9999968	99.9999994	0.0015850	0.0000032	0.0000006

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 2015 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 2015