

**Gutachten
 zur HF-Transmissionsdämpfung**

**Expert report
 on RF transmission attenuation**

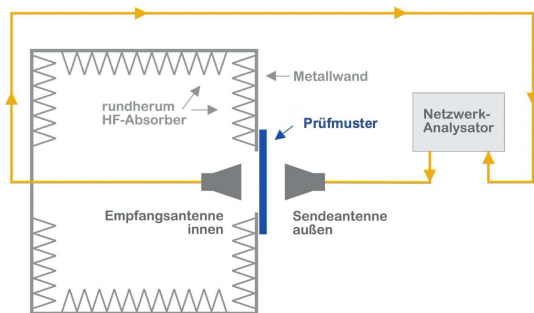
Auftraggeber / Customer: YSHIELD GmbH & Co KG, Rotthofer Str. 1, D-94099 Ruhstorf

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



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

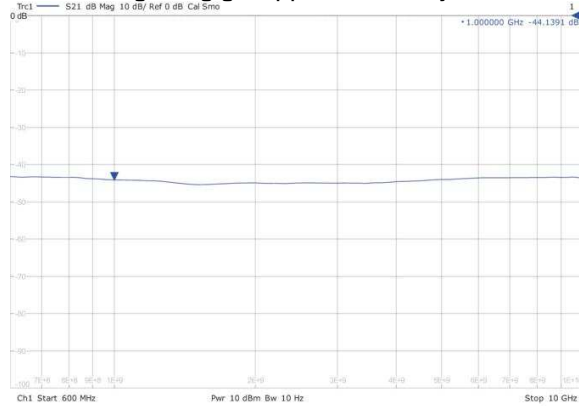
HF-Transmissionsdämpfung: Skalierung
obere Linie = 0 dB
untere Linie = 100 dB

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

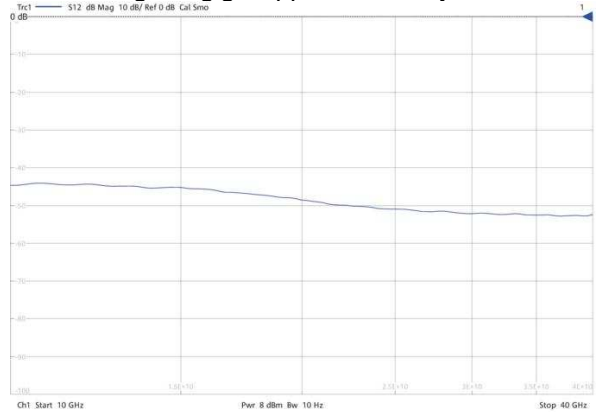
600 MHz bis / to 10 GHz

10 GHz bis / to 40 GHz

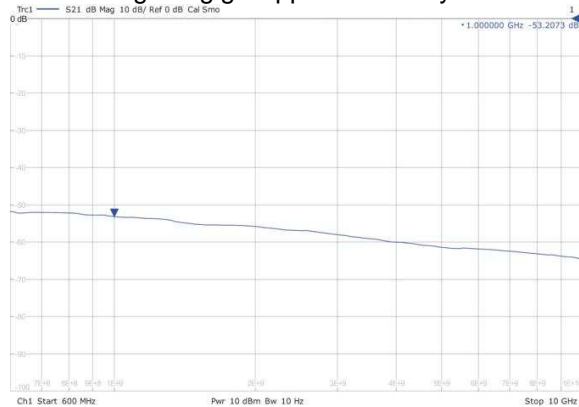
Farbauftrag 1-lagig / Application 1 layer



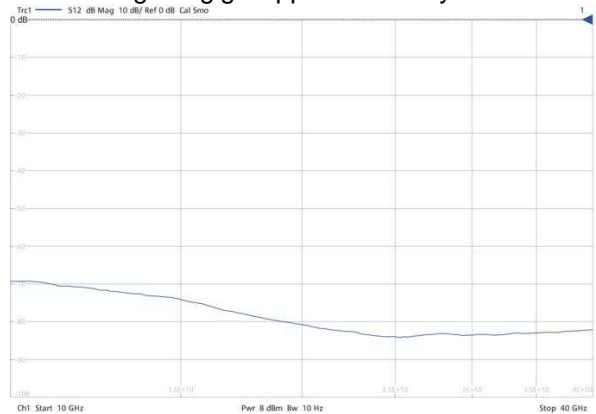
Farbauftrag 1-lagig / Application 1 layer



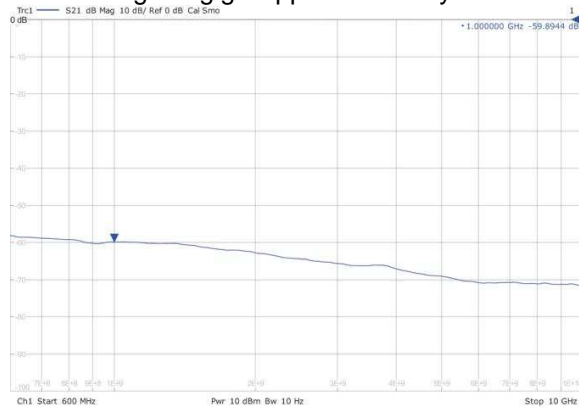
Farbauftrag 2-lagig / Application 2 layers



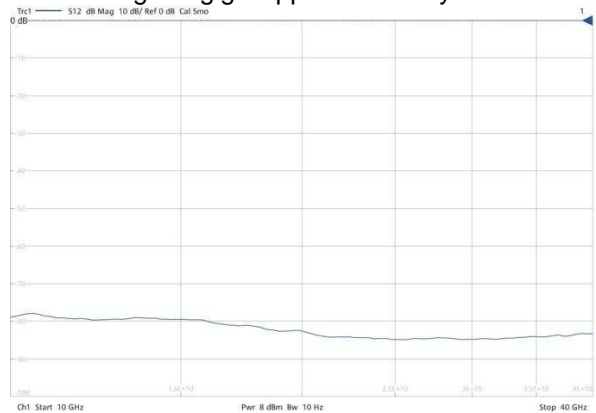
Farbauftrag 2-lagig / Application 2 layers



Farbauftrag 3-lagig / Application 3 layers



Farbauftrag 3-lagig / Application 3 layers



Dr.-Ing. Dietrich Moldan
Iphofen, 12.05.2021
YSHIELD HSF54 4m²prol Expert report 21008 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 | 44 | 52 | 59 | | | | | | | | | |
| 700-750 | LTE, 5G wide ¹ | 44 | 52 | 59 | 25,100 | 159,000 | 794,000 | 99.9960190 | 99.9993691 | 99.9998711 | 0.0039810 | 0.0006309 | 0.0001289 |
| 790-820 | LTE | 44 | 52 | 60 | 25,100 | 159,000 | 1,000,000 | 99.9960190 | 99.9993691 | 99.9999000 | 0.0039810 | 0.0006309 | 0.0001000 |
| 920-960 | GSM, LTE | 44 | 53 | 60 | 25,100 | 200,000 | 1,000,000 | 99.9960190 | 99.9994987 | 99.9999000 | 0.0039810 | 0.0005013 | 0.0001000 |
| 1450-1500 | 5G wide (SDL ²) | 44 | 53 | 61 | 25,100 | 200,000 | 1,260,000 | 99.9960190 | 99.9994987 | 99.9999206 | 0.0039810 | 0.0005013 | 0.0000794 |
| 1800-1880 | GSM, LTE | 44 | 53 | 62 | 25,100 | 200,000 | 1,590,000 | 99.9960190 | 99.9994987 | 99.9999369 | 0.0039810 | 0.0005013 | 0.0000631 |
| 1880-1900 | DECT | 44 | 52 | 62 | 25,100 | 159,000 | 1,590,000 | 99.9960190 | 99.9993691 | 99.9999369 | 0.0039810 | 0.0006309 | 0.0000631 |
| 2110-2170 | LTE, 5G wide, UMTS ³ | 44 | 54 | 63 | 25,100 | 251,000 | 2,000,000 | 99.9960190 | 99.9996019 | 99.9999499 | 0.0039810 | 0.0003981 | 0.0000501 |
| 2400-2500 | WLAN / WiFi 2400 | 44 | 55 | 64 | 25,100 | 316,000 | 2,510,000 | 99.9960190 | 99.9996837 | 99.9999602 | 0.0039810 | 0.0003163 | 0.0000398 |
| 2620-2690 | LTE | 44 | 55 | 64 | 25,100 | 316,000 | 2,510,000 | 99.9960190 | 99.9996837 | 99.9999602 | 0.0039810 | 0.0003163 | 0.0000398 |
| 3400-3700 | 5G fast ⁴ | 44 | 58 | 66 | 25,100 | 631,000 | 3,980,000 | 99.9960190 | 99.9998415 | 99.9999749 | 0.0039810 | 0.0001585 | 0.0000251 |
| 5150-5350 | WLAN / WiFi 5200 | 44 | 62 | 70 | 25,100 | 1,590,000 | 10,000,000 | 99.9960190 | 99.9999369 | 99.9999900 | 0.0039810 | 0.0000631 | 0.0000100 |
| 20 000 | 5G mmWave ⁵ | 48 | 81 | 82 | 63,100 | 126,000,000 | 159,000,000 | 99.9984150 | 99.9999992 | 99.9999994 | 0.0015850 | 0.0000008 | 0.0000006 |
| 30 000 | 5G mmWave ⁵ | 52 | 83 | 85 | 159,000 | 200,000,000 | 316,000,000 | 99.9993691 | 99.9999995 | 99.9999997 | 0.0006309 | 0.0000005 | 0.0000003 |
| 40 000 | 5G mmWave ⁵ | 52 | 82 | 84 | 159,000 | 159,000,000 | 251,000,000 | 99.9993691 | 99.9999994 | 99.9999996 | 0.0006309 | 0.0000006 | 0.0000004 |

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 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: **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 2015