

**Gutachten
zur HF-Transmissionsdämpfung**

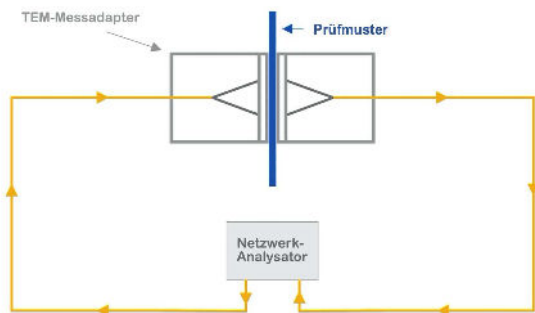
**Expert report
on RF transmission attenuation**

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 ASTM D4935-10 **Measuring method and setup based on ASTM D4935-10**



TEM-Messadapter mit Netzwerkanalysator und Prüfmuster.

TEM measuring adapter with network analyzer and test sample.

Prüfaufbau

Messgeräte: Vektorielle Netzwerkanalysatoren Rohde & Schwarz ZNB 20 und ZNB 40 mit einer Messdynamik bis 140 dB.
Antennen: TEM-Zellen mit radialer Polarisisation.

Test setup

Measuring devices: Vector Network Analyzers Rohde & Schwarz ZNB 20 and ZNB 40 with a measuring range up to 140 dB.
Antennas: TEM cells with radial polarization.

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: 15. November 2021
Prüfdatum: 23. November 2021
Messergebnisse siehe nächste Seite

Test sample from: 15 November 2021
Test date: 23 November 2021
See next page for measurement results

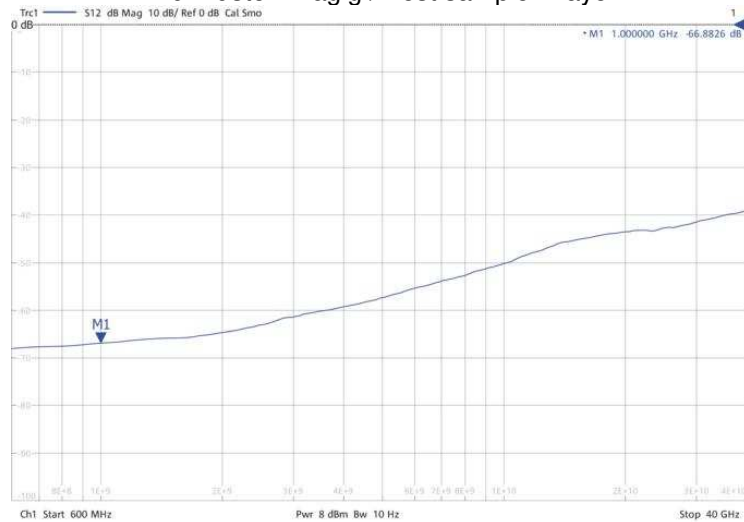
| Dämpfung in dB Attenuation in dB | Dämpfungsfaktor Attenuation factor | Schirmwirkungsgrad % Shielding effectiveness % | Leistungsdurchlass % Power transmission % |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| 10 | 10 | 90 | 10 |
| 20 | 100 | 99 | 1 |
| 30 | 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

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

600 MHz bis / to 40 GHz

Prüfmuster 1-lagig / Test sample 1 layer



Dr.-Ing. Dietrich Moldan
Iphofen, 23.11.2021
YSHIELD ECO-P60 Expert report 21043 211123

| 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 | 1 | 1 | 1 |
| 470-690 | DVB-T2 | 68 | | | |
| 700-750 | LTE, 5G wide ¹ | 68 | 6.310.000 | 99,9999842 | 0,0000159 |
| 790-820 | LTE | 68 | 6.310.000 | 99,9999842 | 0,0000159 |
| 920-960 | GSM, LTE | 67 | 5.010.000 | 99,9999801 | 0,0000200 |
| 1450-1500 | 5G wide (SDL ²) | 67 | 5.010.000 | 99,9999801 | 0,0000200 |
| 1800-1880 | GSM, LTE | 65 | 3.160.000 | 99,9999684 | 0,0000316 |
| 1880-1900 | DECT | 64 | 2.510.000 | 99,9999602 | 0,0000398 |
| 2110-2170 | LTE, 5G wide, UMTS ³ | 64 | 2.510.000 | 99,9999602 | 0,0000398 |
| 2400-2500 | WLAN / WiFi 2400 | 64 | 2.510.000 | 99,9999602 | 0,0000398 |
| 2620-2690 | LTE | 63 | 2.000.000 | 99,9999499 | 0,0000501 |
| 3400-3700 | 5G fast ⁴ | 60 | 1.000.000 | 99,9999000 | 0,0001000 |
| 5150-5350 | WLAN / WiFi 5200 | 58 | 631.000 | 99,9998415 | 0,0001585 |
| 20 000 | 5G mmWave ⁵ | 44 | 25.100 | 99,9960190 | 0,0039810 |
| 30 000 | 5G mmWave ⁵ | 42 | 15.900 | 99,9936910 | 0,0063090 |
| 40 000 | 5G mmWave ⁵ | 39 | 7.940 | 99,9871100 | 0,0128900 |

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