

Prof. Dipl.-Ing. Peter Pauli
Professor für HF-, Mikrowellen- und
Radartechnik an der
Universität der Bundeswehr München

**Ingenieurbüro für Hochfrequenz-,
Mikrowellen- und Radartechnik**
Alter Bahnhofplatz 26
83646 Bad Tölz
E-Mail: prof.peter.pauli@t-online.de

Seite 1

Gutachten

vom 11.03.2024

- Auftraggeber:** **Be-Invisible GmbH**
Schloßstraße 33
71735 Eberdingen-Nussdorf
- Messobjekte:** ***be-invisible* Faradaytaschen mit dem Security Level 4:
SL4 Phone Bag und SL4 Soft Bag** (jeweils 3-fach geschirmt)
- Messauftrag:** Messung der Schirmwirkung gegenüber elektromagnetischen
Wellen im Frequenzbereich der Mobilfunk- und WLAN-Dienste
- Prüfungs-
grundlagen:** In Anlehnung an IEEE-Standard 299-2006 und NSA-94-106
- Datum der
Messungen:** 8.3.2024
- Umfang:** 4 Seiten Text
- Messergebnis:** Wird ein Smartphone, Handy, Tablet oder Laptop in einer der
o.a. zitierten *be-invisible* Faradaytaschen untergebracht und
werden diese ordnungsgemäß verschlossen, konnten bei den
gemessenen Frequenzen Schirmdämpfungswerte zwischen
110dB und 115dB ermittelt werden. Diese Werte blieben auch
nach einer 10.000fachen Schließung und Öffnung des
Taschenverschlusses erhalten.
Damit werden einerseits unerwünschte Strahlungsemis-
sionen der eingesteckten Smartphones total beseitigt, so dass
der Nutzer gar keiner Strahlung mehr ausgesetzt ist.
Gleichzeitig werden jegliche Kontaktaufnahmen oder Hacker-
versuche von außen unmöglich gemacht. Auch ein Tracking der
mobilen Geräte wäre dann unmöglich, zumal auch kein GPS-
Empfang mehr möglich ist
Das gilt auch für Satelliten- und DECT-Telefone, Keyless-Go-
Autoschlüssel, Reisepässe, Kreditkarten oder Garagentorfern-
steuerungen sowie WLAN- Bluetooth oder ZigBee-Module,
wenn diese in den korrekt verschlossenen Abschirmtaschen
aufbewahrt werden.

1. Vorbemerkungen

Um die Wirksamkeit der Abschirmung der Taschen gegenüber elektromagnetischen Wellen zu ermitteln, wurden die unter Ziff. 2 beschriebenen Messungen durchgeführt. Zur Interpretation der Messkurven ist es hilfreich, untenstehende Umrechnungstabelle zu verwenden:

Dabei wurde die Schirmwirkung, d.h. die Dämpfung *der elektromagnetischen Welle* durch den Schirm, in **Dezibel (= dB)** ermittelt. (Siehe Messkurven)

Dieser dB-Wert gibt an, wie stark der Pegel der Welle abgeschwächt wurde, während sie den Schirm durchlaufen hat.

Nebenstehende Tabelle ermöglicht die Umrechnung dieser logarithmischen Werte in Prozentwerte, wobei in der Regel - wie hier in dieser Tabelle - die durch den Schirm hindurchdringende **Leistungsflussdichte** bzw. **Leistung** zur Bewertung der Schirmwirkung herangezogen wird.

Umrechnung der Dämpfung von dB in %			
dB	Leistungs- durchlass in %	dB	Leistungs- durchlass in %
0	100,00		
1	81,00	21	0,78
2	62,80	22	0,63
3	50,00	23	0,50
4	40,00	24	0,39
5	31,60	25	0,31
6	25,00	26	0,25
7	20,00	27	0,20
8	16,00	28	0,18
9	12,50	29	0,12
10	10,00	30	0,10
11	7,90	31	0,08
12	6,25	32	0,06
13	5,00	33	0,05
14	4,00	34	0,04
15	3,13	35	0,03
16	2,50	36	0,02
17	2,00	37	0,02
18	1,56	38	0,02
19	1,20	39	0,02
20	1,00	40	0,01
		50	0,001
		60	0,0001
		70	0,00001
		80	0,000001
		90	0,0000001
		100	0,00000001
		110	0,000000001
		115	0,0000000003

Tabelle 1: Umrechnung von dB in %

Die Berechnung der Schirmdämpfung in dB aus der Leistung P_1 oder aus der elektrischen Feldstärke E_1 vor dem Schirm und P_2 bzw. E_2 hinter dem Schirm geschieht mit folgenden Gleichungen:

$$a_{Schirm} = 10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} = 20 \cdot \log \frac{E_2}{E_1} \text{ in Dezibel}$$

2. Messaufbau zur Schirmdämpfungsmessung in Anlehnung an NSA-94-106

Um die reale Schirmwirkung einer Abschirmtasche gegenüber elektromagnetischen Wellen zu ermitteln, wurde folgender Messaufbau verwendet:

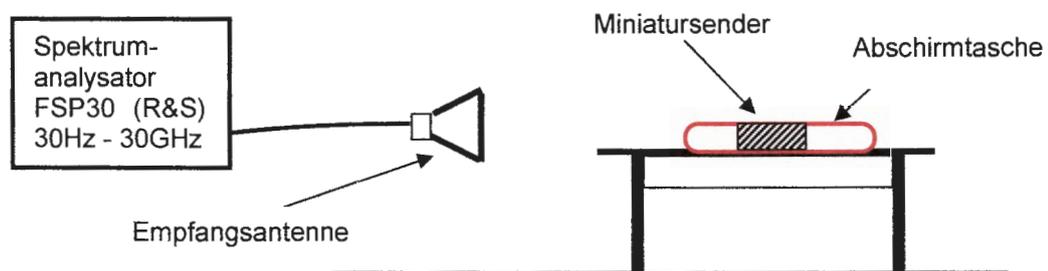


Bild 1: Messaufbau zur Schirmdämpfungsmessung

Für die Messung standen für die untersuchten Mobilfunkfrequenzen verschiedene akkubetriebene Miniatursender zur Verfügung.

Zuerst wurde der Pegel gemessen, den ein Sender (ohne Tasche) an der Empfangsantenne verursachte. Dieser Wert wurde als Referenzwert gespeichert (= 0 dB-Wert).

Danach wurde der Sender in der schirmenden Tasche untergebracht, die dann ordnungsgemäß verschlossen wurde.

Mit der Empfangsantenne wurde nun der durch die Schirmwirkung der Tasche reduzierte Pegel gemessen. Die Differenz zum 0dB-Wert ergab die eigentliche Schirmwirkung, wie sie in der Tabelle 2 aufgelistet wurde.

Während der Messungen wurden die Abschirmtaschen gedreht und gewendet und somit die Schirmwirkung gegenüber emittierten Signalen in allen Raumrichtungen ermittelt. In der Tabelle sind die „worst case“-Werte eingetragen.

Zur Erläuterung der abzuschirmenden Frequenzen:

D-Netz (GSM900) nutzt den Frequenzbereich zwischen 850MHz und 960MHz.

Die Frequenzen für das **4G-Netz (LTE)** liegen je nach Provider und Region bei 700MHz (Band 28), 800MHz (Band 20), 900 MHz (Band 8), 1500 MHz (Band 32) und bei 2600MHz (Band 7).

Satelliten-Telefone arbeiten je nach Anbieter zwischen 1525 MHz und 1675 MHz.

GPS- und Galileo-Navigationssatelliten senden bei 1575 MHz

Das **DECT-Telefon** im Haushalt sendet bei 1900 MHz.

Das **E-Netz** (GSM 1800) arbeitet um 1800 MHz, **UMTS** bei 2100 MHz.

Das **5G-Netz** arbeitet zwischen 3,2 GHz und 3,8 GHz.

Bei 2,45 GHz arbeiten u.a. traditionelle **W-LAN-, Bluetooth- und WiFi-Dienste**.

Für den **WLAN-Dienst (neu)** wird inzwischen oft der Frequenzbereich um 5,8 GHz benutzt.

3. Messresultate

Es ergaben sich folgend Schirmdämpfungswerte:

Prüfobjekte des Security Levels 4	D-Netz / LTE 900 MHz	UMTS / LTE 2000 MHz	WLAN, BlueTooth 2450 MHz
SL4 Soft Bag 3-lagig	110 dB	115 dB	115 dB
SL4 Phone Bag 3-lagig	115 dB	115 dB	115 dB

Tabelle 2: Schirmdämpfung der Abschirmtaschen bei verschiedenen Mobilfunkfrequenzen
(Gemessen mit einer RBW = Resolution Bandwidth von 30Hz)

Wegen der extrem hohen Schirmwerte sind außerhalb der Bags nur noch extrem schwache Signale empfangbar gewesen, die mit dem empfindlichsten Spektrumanalysator trotz schmalster RBW gerade noch knapp über dem vorhandenen Grundrauschen detektierbar waren und deshalb um mehrere dB stark fluktuierten. Darum wurden die o.a. Messergebnisse nicht in 1dB-, sondern in 5dB-Schritten erfasst und aufgelistet. Die o.a. Resultate decken somit aber auch die „worst case“ Situation ab.

Zur Erläuterung der dB-Werte, wie sie aus Tabelle 1 entnommen werden können: Eine Schirmdämpfung von 110 dB besagt, dass von der in der Tasche erzeugten Sendeleistung außerhalb der geschlossenen Tasche nur noch 0,00000001% nachweisbar ist. Folglich wurden durch die Schirmtasche hier 99,99999999% der Leistung „abgeschirmt“.

Bei 115 dB kann nur noch ca. 0,000000003% der erzeugten Leistung außerhalb der Tasche nachgewiesen werden. Diese Restemission geht völlig in dem Außenrauschen unter und ist in der Praxis mit keinem Abhör-System mehr auswertbar.

Die ermittelten extrem hohen Abschirmungswerte gelten auch in der Gegenrichtung: Innen sind auch nur noch die gleichen minimalen Bruchteile der von außen ankommenden Leistung vorhanden wie oben beschrieben, was einen Empfang von eventuellen Abfragesignalen absolut unmöglich macht. Es ist vorhersehbar, dass die o.a. extrem hohen Schirmdämpfungswerte auch für die höher gelegenen Frequenzen des 5G-Netzes (3,2 – 3,8GHz) und des neuen WLAN-Dienstes (5,8GHz) ihre Schutzwirkung erfüllen.