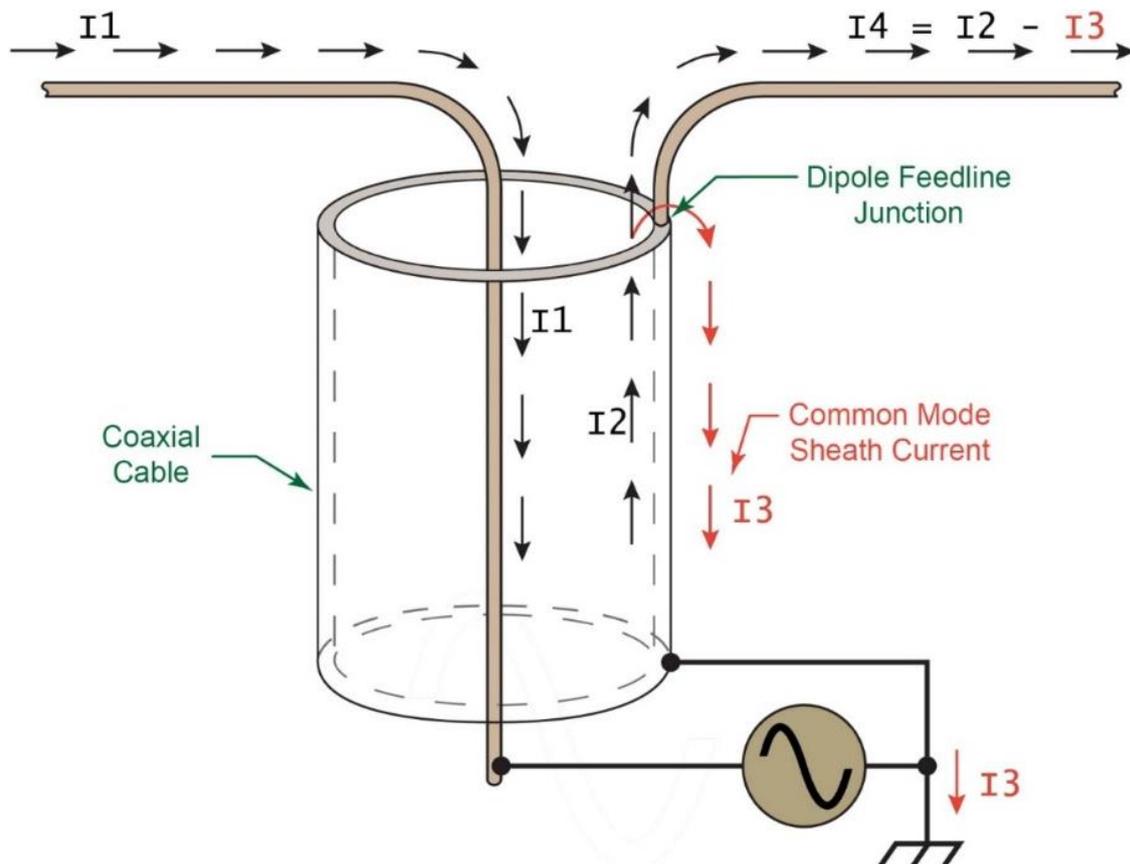


Application Note: Mantelwellensperren

1. Entstehung und Wirkung von Mantelwellen



Mantelwellen entstehen, wenn die Einspeisung an der Antenne nicht oder nur unzureichend symmetriert wurde. Das Bild zeigt eine Dipolantenne, die direkt (ohne Symmetrierung) an ein Koaxialkabel angeschlossen ist. Die Sendeenergie fließt vom ersten Arm der Dipolantenne als Strom I_1 in den Innenleiter des Koaxialkabels und Strom I_2 an der Innenseite der Abschirmung des Kabels wieder zurück zum zweiten Arm der Dipolantenne. Im Idealfall (mit optimaler Symmetrierung) ist I_1 mit I_2 identisch und es fließt kein Strom auf der Außenseite des Kabelschirms als I_3 zurück zum Sendeverstärker bzw. zur Masse (Erdung). Weil in dem gezeigten Schema kein Symmetrierglied verwendet wird, teilt sich der Strom I_2 aber auf in I_4 und I_3 , der gegen die Masse abgeleitet wird. Die Abschirmung des Koaxialkabels wirkt hier praktisch wie ein Stück geerdeter Antennendraht, der am Speisepunkt leitend mit dem zweiten Arm der Dipolantenne verbunden ist. Der Strom I_3 stellt damit die ungewollte Mantelwelle dar. Mantelwellen können aber auch induziert werden, wenn durch schlechte Anpassung Stehwellen am Außenmantel entstehen oder Energie einer naheliegenden Antenne „aufgefangen“ wird und der Kabelschirm wie eine verlängerte Antenne wirkt. In der Praxis werden sowohl spezielle und gut angepasste Schmalbandantennen für einzelne Dienste aber auch Breitbandantennen eingesetzt. Letztere haben prinzipbedingt vor allem im unteren Frequenzbereich eine schlechte Anpassung. Die Antennen sollen möglichst kompakt sein und die Entwickler suchen deshalb immer einen Kompromiss für eine kleinere Bauweise.

Üblicherweise beeinflussen Mantelwellen die Abstrahleigenschaften der Antenne aber nur geringfügig und eventuell treten auch moderate Zusatzverluste auf.

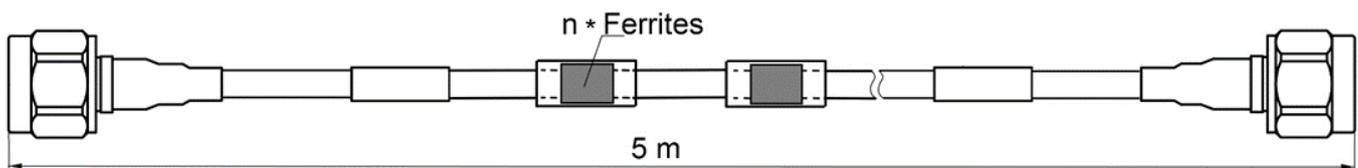
Der Mantelwellenstrom I_3 fließt dabei nur auf der Außenseite des Kabelschirms zurück zur Masse (Gehäuse) des Sendeverstärkers und gegebenenfalls weiter über dessen Netzteil auf den Schutzleiter des Netzanschlusses.

Der durch die Mantelwellen bedingte HF-Ableitstrom stört aber wegen der ungewollten Aussendung geleiteter und/oder gestrahlter elektromagnetischer Funkwellen bei EMV-Messungen. Außerdem führen Mantelwellen, durch Unterschiede im Massepotential an den beiden Enden des Koaxialkabels, zu Gleichtaktsignalen, die dem Nutzsignal als Störspannung überlagert werden und dadurch Brummschleifen verursachen können.

Mantelwellensperren blockieren diese ungewollten Ableitströme und leisten damit einen wesentlichen Beitrag zur Verhinderung von Funkstörungen. Eine Mantelwellensperre wirkt dabei wie eine klassische Drossel. Den Mantelwellen wird ein hoher induktiver und meist auch ohmscher Widerstand entgegengesetzt, der den Stromfluss entsprechend abdämpft. Der Energietransport auf der *Innenseite* des Kabelschirms wird dadurch jedoch nicht beeinflusst. Nur die Mantelströme auf der *Außenseite* des Kabelschirms werden deutlich bedämpft.

Zur optimalen Dämpfung der Mantelwellen ist es sinnvoll, diese gleich direkt am Fußpunkt der Antenne zu bedämpfen. Alle Antennen mit „unsymmetrischen“ Anteilen, wie Groundplanes, Windoms, Langdrahtantennen oder Dipole und Beams sollten deshalb nur mit geeigneten Mantelwellensperren betrieben werden.

2. emv Service GmbH: Spezialkabel Mantelwellensperre für Mobilfunkmessungen



Unser Spezialkabel als Mantelwellensperre besteht aus geeigneten Ferrithülsen, die über die gesamte Länge des Koaxialkabels verteilt sind. Die Drossel besteht hier sozusagen aus einer Spule mit nur einer Windung und hat deshalb nur eine begrenzte Induktivität. Um eine ausreichende Sperrwirkung von ca. 30 dB zu erreichen, werden deshalb entlang des Kabels entsprechend viele Ferrite hintereinandergeschaltet. Diese wirken als stromkompensierte Drossel oder Gleichtaktdrossel. Gleichzeitig wirken die Ferrite als Transformator, sodass das Nutzsignal als Gegentaktsignal gestützt wird.

Durch das „Einwindungsdesign“ der Ferritkerne gibt es gegenüber anderen Mantelstromsperren keine „parasitären“ Effekte. Außerdem ist dieses Prinzip extrem breitbandig und verlustarm. Die durch die Absorption der Mantelwellen entstehende Verlustleistung verteilt sich auf die vielen Ferrite und spielt deshalb keine große Rolle.

Kabeldämpfung & Leistung

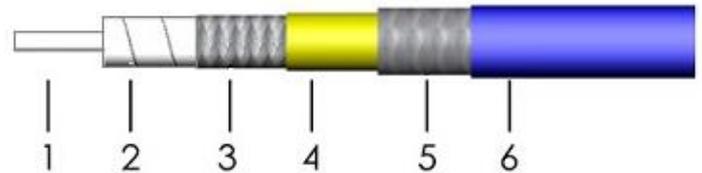
| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Frequenz MHz | 0,01 | 0,05 | 0,1 | 0,5 | 1 | 5 | 10 | 50 | 100 | 500 | 1000 | 2000 | 3000 |
| Kabeldämpfung (gesamt) dB | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,1 | 1,7 | 2,2 | 2,9 |
| CW Leistung W | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 400 | 400 | 400 | 300 | 300 | 200 | 100 | 100 |

Kabelaufbau

| Bezeichnung | Durchmesser | Material |
|----------------|-------------|-----------------------|
| 1 Innenleiter | 1.29 mm | Geflochtene Litze SPC |
| 2 Dielektrikum | 3.68 mm | Expandiertes PTFE |
| 3 Außenleiter | 3.86 mm | SPC Folie |
| 4 Zwischenlage | 4.01 mm | Aluminium-Polyester |
| 5 Kabelschirm | 4.42 mm | SPC Geflecht |
| 6 Außenmantel | 4.95 mm | FEP |
| Ferrite Cover | 10.00 mm | Schrumpfschlauch |

PTFE, FEP: Teflon

SPC: Kupfer versilbert



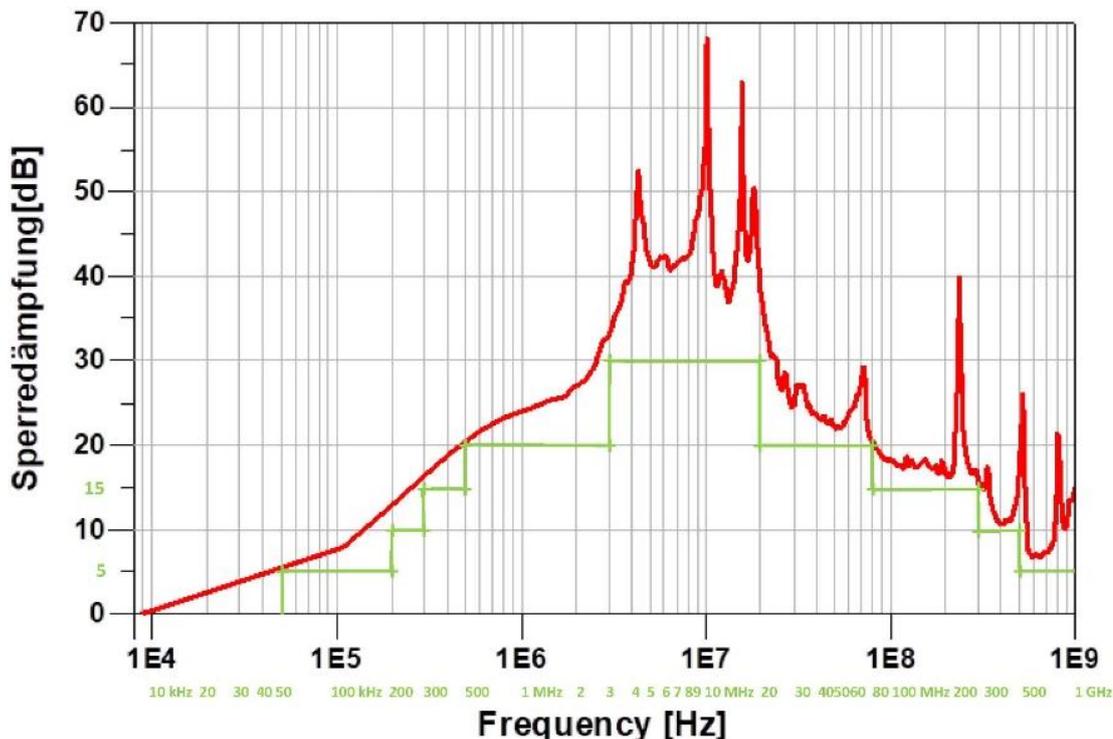
| | |
|------------------------|----------------|
| Biegeradius: einmalig | 75 mm |
| Biegeradius: mehrmalig | 150 mm |
| Gewicht | ca. 5 kg |
| Temperaturbereich | -55 ... +85 °C |

Mantelwellen-Sperrdämpfung (typisch)

| Mantelwellen-Sperrdämpfung | von | bis |
|----------------------------|---------|---------|
| 5 dB | 50 kHz | 3 GHz |
| 10 dB | 200 kHz | 500 MHz |
| 15 dB | 300 kHz | 300 MHz |
| 20 dB | 500 kHz | 80 MHz |
| 30 dB | 3 MHz | 20 MHz |

Elektrische Eigenschaften

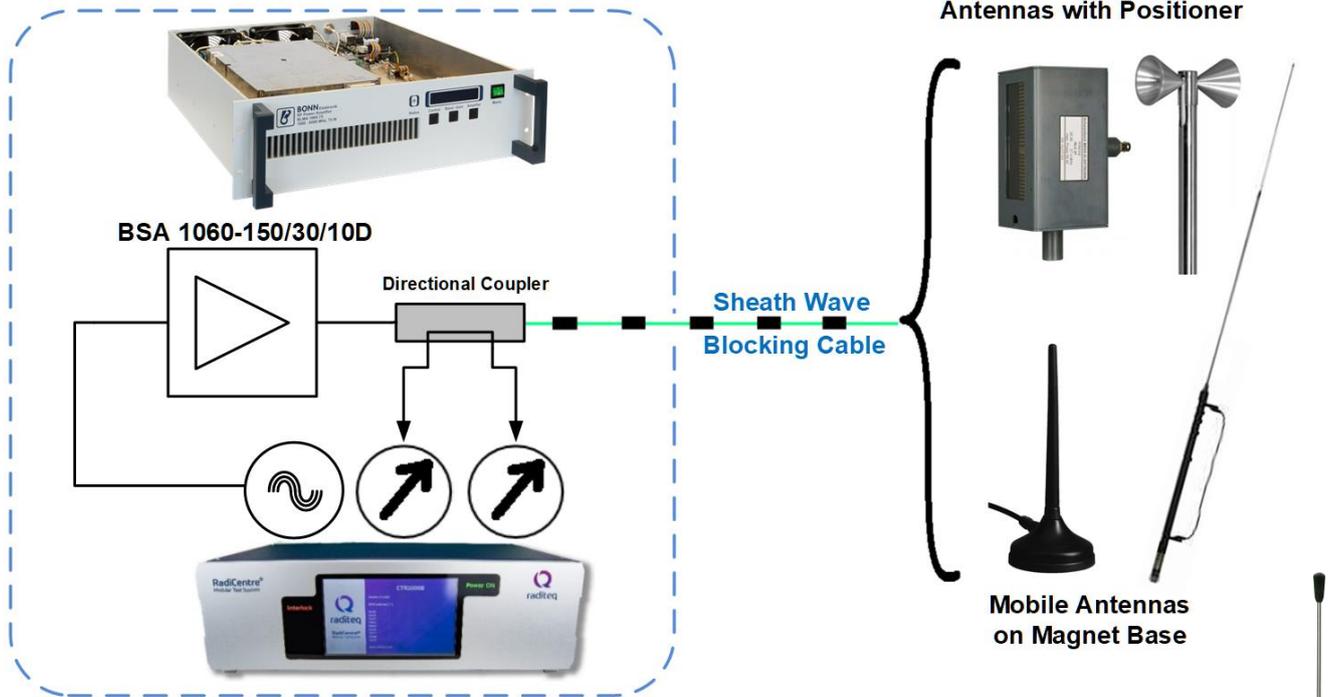
| | |
|--------------------|--------|
| Impedanz | 50 Ω |
| Isolationsspannung | 1000 V |
| Schirmdämpfung | >95 dB |
| Grenzfrequenz | 30 GHz |



3. Typische Anwendung: Mobilfunkmessungen

- ISO 11451-3 Fahrzeugprüfverfahren – Teil 3: Simulation eines Senders im Fahrzeug
- ISO 11452-9 Straßenfahrzeuge - Komponentenprüfverfahren – Teil 9: Tragbare Sender

Mobile rack for simulation of cellular transmitters



4. Beispiele typischer Fahrzeug-Antennen

