



Applikationsschrift

2303
Stabilock®
TETRA Mobile Station Tester



**Ermittlung der Vordämpfung eines TETRA-Funkgerätes
mit dem 2303 Stabilock und dem 4914 Antennenkoppler**

Boosting wireless efficiency

Die Grundvoraussetzung für das Testen eines TETRA-Endgerätes ist ein fehlerfreier Testaufbau, um aussagefähige Testergebnisse zu erhalten. Bei einem Testaufbau spielen verschiedene Komponenten eine Rolle. Der Tester und das verwendete HF-Kabel sind feste Größen im Testaufbau; die Vordämpfungswerte der einzelnen Komponenten, d.h. die Signalverluste an Kabeln und Steckern sind einmal zu ermitteln. Messungen an TETRA-Funkgeräten über eine Direktverbindung (Kabel) sind also eher unkompliziert.

Benutzt man aber kein Kabel, sondern einen Antennenkoppler, so sind Koppelverluste unbekannt und müssen erst ermittelt werden, und zwar für jedes Funkgerät-Modell. Dieses Dokument beschreibt die Vorgehensweise mit Willteks 2303 Stabilock und dem 4914 Antenna Coupler in einfachen Schritten.



Benutzung eines Referenzgerätes

Die Koppelfaktoren (Vordämpfungswerte) sollten mit einem TETRA-Endgerät vermessen werden, dessen HF-Parameter in Ordnung sind und als Referenz dienen können. Solch ein Funkgerät bezeichnet man auch als „Golden Mobile“. Mit einem „schlechten“ Gerät als Referenz würde man untypische Werte vermessen, die für einen Test unbrauchbar sind.

Sende- und Empfangsfrequenz unterscheiden sich durch den Duplexabstand (typischerweise 10 oder 45 MHz). Da die Vordämpfung frequenzabhängig ist, müssen die Werte für Senden- und Empfangsrichtung getrennt ermittelt werden.

Einsatz einer kleinen Abschirmkammer

Zum Schutz des Testaufbaus vor Einflüssen durch die elektromagnetische Strahlung von TETRA-Basisstationen oder in der Nähe verwendeter anderer TETRA-Endgeräte kann optional der Willtek 4921 RF Shield als Abschirmkammer verwendet werden.

Die mit Abschirmkammer (RF Shield) ermittelten Vordämpfungswerte sind nicht identisch mit denen, die ohne diese Kammer gelten. Wenn die Abschirmkammer bei der Messung der Vordämpfung verwendet wird, muss sie also auch bei späteren Tests eingesetzt werden.



Vordämpfung in Senderichtung

Einteilung in Leistungsklassen

Jedes TETRA-Funkgerät gehört zu einer Leistungsklasse. Diese gibt die maximal mögliche Sendeleistung des Gerätes an (siehe Tabelle 1). Um einen Ausgangspunkt zur Berechnung des Vordämpfungswertes in Senderichtung (TX) zu haben, muss die Leistungsklasse eines Funkgerätes bekannt sein; anderenfalls ist es nicht möglich, die Koppeldämpfung zu ermitteln.

Tabelle 1: TETRA-Leistungsklassen

Leistungsklasse	Maximale TX-Leistung
1 (30 W)	45 dBm
1L (17,5 W)	42,5 dBm
2 (10 W)	40 dBm
2L (5,6 W)	37,5 dBm
3 (3 W)	35 dBm
3L (1,8 W)	32,5 dBm
4 (1 W)	30 dBm
4L (0,56 W)	27,5 dBm

Anmerkung:

Geräte der Leistungsklassen 1 und 1L sollten mit dem Willtek 2303 Stabilock nur in Verbindung mit einem Dämpfungsglied (10 dB oder mehr) getestet werden und die Vordämpfung mit diesem Dämpfungsglied bestimmt werden, da die maximal zulässige Eingangsleistung des Stabilock 10 W beträgt.

Sendeleistungstufen

Das Endgerät ist darüber hinaus in der Lage, seine Sendeleistung in 5-dB-Schritten anzupassen. Beim Verfahren "Open Loop Power Control" verändert das TETRA-Funkgerät seine Sendeleistung in Abhängigkeit von der Qualität des Signals, das es von der Basisstation (BS) im Downlink empfängt. Je schwächer das Signal von der Basisstation ist, desto mehr HF-Leistung sendet das Endgerät. Wenn das BS-Signal stärker wird, reduziert das Endgerät seine HF-Leistung wieder. Wundern Sie sich also nicht, wenn das Gerät seine Ausgangs-

leistung ändern, wenn Sie die Sendeleistung des Stabilock verändern!

Bei einem aufgebauten Kanals ist die Änderung des Sendeleistung des Stabilock also eine wirksame Methode, um die Sendeleistung des TETRA-Geräts zu verändern.

Das TETRA-Funkgerät muss seine Ausgangsleistung in Schritten oder Vielfachen von 5 dB anpassen können.

Die Genauigkeit des Sendepiegels muss ± 2 dB bei nomineller Sendeleistung entsprechend der Leistungsklasse betragen, sowie $\pm 2,5$ dB bei allen anderen Leistungsstufen. Die Differenz zwischen zwei benachbarten Leistungsstufen muss $5 \text{ dB} \pm 2,5 \text{ dB}$ sein, außer bei TETRA-Endgeräten einer L-Leistungsklasse; bei diesen ist für die Schrittweite zwischen der höchsten Leistungsstufe und der nächst kleineren $2,5 \text{ dB} \pm 2,5 \text{ dB}$ gefordert.

Ermittlung der TX-Vordämpfungswerte und der besten Kopplerposition

Die folgenden Schritte beschreiben, wie man die TX-Vordämpfungswerte und die beste Position mit dem Antennenkoppler 4914 von Willtek ermittelt.

1. Anschließen des Antennenkopplers:
 - a. Ohne RF Shield: Schließen Sie den Antennenkoppler mit einem entsprechenden HF-Kabel an den 2303 Stabilock an.
 - b. Mit RF Shield: Stecken Sie den Antennenkoppler in die entsprechende Halterung des RF Shield. Verbinden Sie den HF-Anschluss des Antennenkopplers mit dem internen HF-Stecker des RF Shield. Verbinden Sie den RF Shield mit dem Testgerät (2303 Stabilock) mit Hilfe eines definierten HF-Kabels.
 2. Schalten Sie den 2303 Stabilock ein.
 3. Wählen Sie das Menü Einstellungen > Voreinstellungen und setzen Sie die RX- und TX-Vordämpfungswerte auf Null.
 4. Starten Sie den TMO-Modus und geben Sie einen niedrigen HF-Pegel ein (z.B. -95 dBm).
- Anmerkung:
Ein niedriger HF-Pegel vom 2303 Stabilock ist wichtig, da das TETRA-Endgerät dann mit der höchsten Leistung sendet.
5. Geben Sie gültige Netz- und Kanalparameter ein. Nutzen Sie entweder einen Kanal in der Mitte des vom TETRA-Endgerät unterstützten Frequenzbereichs oder ermitteln Sie die Vordämpfungswerte separat für verschiedene Frequenzen, z.B. auf der niedrigsten, mittleren und höchsten Frequenz.
 6. Platzieren Sie das TETRA-Funkgerät auf dem XY Shuttle des Antennenkopplers und stellen Sie die Position auf A1. Wenn eine Abschirmkammer benutzt wird, schließen Sie diese anschließend.
 7. Starten Sie einen Test.
 8. Stellen Sie eine Funkverbindung mit dem TETRA-Endgerät her und achten Sie darauf, dass es kontinuierlich sen-

det (entweder durch einen Duplexruf oder durch Drücken der PTT-Taste).

9. Notieren Sie den gemessenen Wert für die TX-Leistung.
10. Wiederholen Sie Schritt 9 für alle Shuttle-Positionen (A1, A2.... E5).
11. Wählen Sie die Shuttle-Position aus, an der der TX-Wert am höchsten war. Notieren Sie diese Position für die späteren Messungen.



12. Führen Sie nochmals zehn Leistungsmessungen auf dieser Position durch und errechnen Sie den Durchschnittswert.
13. Berechnung des TX-Vordämpfungswertes:
Vergleichen Sie den Maximalleistungswert des TETRA-Endgerätes, den es laut Leistungsklasse haben soll (siehe Tabelle 1), mit dem errechneten TX-Durchschnittswert auf der besten Shuttle-Position. Die Differenz der beiden Werte ist der TX-Vordämpfungswert.

Beispiel: 1-W-Gerät (Leistungsklasse 4)

30 dBm (erwartete max. Leistung) – $19,7 \text{ dBm}$ (gemessene Leistung) = $10,3 \text{ dB}$ (TX-Vordämpfungswert)

Vordämpfung in Empfangsrichtung

Die folgenden Absätze beschreiben Schritt für Schritt, wie man die Vordämpfungswerte in Empfangsrichtung (RX) auf der bereits vorher ermittelten Shuttle-Position ermittelt. Es muss der gleiche Testaufbau wie bei der Ermittlung des TX-Vordämpfungswertes verwendet werden.

TETRA-Endgeräte senden mit einer von maximal sieben definierten Sendeleistungsstufen. Die momentan verwendete richtet sich nach dem Empfangspegel entsprechend Tabelle 2.

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Sendeleistung und Empfangsleistung

HF-Empfangsleistung	Sendeleistungsstufe	Sendeleistung
RX-Pegel < -96 dBm	1	45 dBm
-96 < RX-Pegel < -91 dBm	2	40 dBm
-91 dBm < RX-Pegel < -86 dBm	3	35 dBm
-86 dBm < RX-Pegel < -81 dBm	4	30 dBm
-81 dBm < RX-Pegel < -76 dBm	5	25 dBm
-76 dBm < RX-Pegel < -71 dBm	6	20 dBm
RX-Pegel > -71 dBm	7	15 dBm

Anmerkung:

Die Maximalleistung der TETRA-Endgeräte der Leistungsklassen 1L, 2L, 3L, 4L ist immer um 2,5 dB niedriger als die in Tabelle 2 angegebene Leistung. Das gilt aber nur für die Maximalleistung, ansonsten gilt Tabelle 2.

Beispiel:

Ein Funkgerät der Klasse 2L sendet auf Leistungsstufe 2 mit seiner Maximalleistung von 37,5 dBm. Bei Leistungsstufe 3 sendet es mit 35 dBm.

Alle TETRA-Funkgeräte schalten ihre Leistung je nach Empfangsstärke des HF-Signals in 5-dB-Schritten. Somit ergeben sich folgende Schaltschwellen:

-96 dBm, -91 dBm, -86 dBm, -81 dBm, -76 dBm, -71 dBm

Verändert sich die Empfangsleistung über eine dieser Schwellen hinaus, sollte das Funkgerät in die nächst niedrigere bzw. höhere Sendeleistungsstufe schalten.

Anhand dieses Verhaltens lassen sich die RX-Vordämpfungswerte wie folgt errechnen:

1. Im Menü **Einstellungen > Voreinstellungen** setzen Sie den RX-Vordämpfungswert auf Null und den TX-Vordämpfungswert auf den vorher errechneten Wert.
2. Starten Sie den TMO-Modus und geben Sie einen niedrigen HF-Sendepegel ein (z.B. -95 dBm).

Anmerkung:

Das TETRA-Funkgerät adaptiert seine Leistung schneller, wenn man, wie in diesem Dokument beschrieben, bei einem niedrigen RX-Pegel (hohe Leistungsstufe) beginnt und dann den RX-Pegel erhöht.

3. Geben Sie dieselben Netz- und Kanalparameter ein, die bei der Ermittlung des TX-Vordämpfungswertes verwendet wurden.
4. Platzieren Sie das TETRA-Endgerät auf dem XY Shuttle des Antennenkopplers und stellen Sie dieselbe Position ein, die bei der Ermittlung des TX-Vordämpfungswertes verwendet wurde. Wenn ein RF Shield benutzt wird, schließen Sie diesen bitte.
5. Starten Sie den Test.
6. Starten Sie eine Funkverbindung und achten Sie darauf, dass das TETRA-Funkgerät kontinuierlich sendet (entweder durch einen Duplexruf oder durch Drücken der PTT-Taste).
7. Überprüfen Sie, ob der gemessene TX-Wert mit der erwarteten Maximalleistung des Funkgerätes übereinstimmt.
8. Erhöhen Sie den RX-Pegel um 1 dB, warten Sie ein paar Sekunden (das TETRA-Funkgerät braucht einige Sekunden, um seine Sendeleistung anzupassen) und beobachten Sie den gemessenen TX-Leistungswert.

9. Wiederholen Sie Schritt 8 so lange, bis das TETRA-Endgerät in die nächste Leistungsstufe schaltet (TX-Wert ist dann um 5 dB niedriger).

10. Errechnung des RX-Vordämpfungswertes:

Vergleichen Sie den eingestellten RX-Pegel mit dem Soll-RX-Pegel des Schaltpunktes zwischen den beiden Leistungsstufen. Die Differenz der beiden Werte ist der RX-Vordämpfungswert.

Beispiel: 1-W-Funkgerät (Leistungsklasse 4)

$$-70 \text{ dBm (eingestellter RX-Pegel)} - [-81 \text{ dBm (Soll-RX-Pegel)}] = 11 \text{ dB (RX-Vordämpfungswert)}$$

11. Im Menü Einstellungen > Voreinstellungen stellen Sie die RX-Vordämpfung auf den ermittelten Wert.

12. Starten Sie einen Ruf im TMO-Modus, verändern Sie den Empfangspegel langsam und verifizieren Sie, dass das TETRA-Endgerät entsprechend Tabelle 2 die Sendeleistung umschaltet.

Bei der Durchführung dieser Schritte mit einem TETRA-Referenzgerät (Golden Mobile) können die Vordämpfungswerte problemlos ermittelt werden und weiterführend für andere TETRA-Funkgeräte des gleichen Typs beim Testen der HF-Eigenschaften verwendet werden.

2303 Stabilock und Optionen

2303 Stabilock	M 100 203
TETRA Mobile Station Tester	

Hardware-Optionen

2360 OCXO Option	M 248 715
2361 Battery Option	M 205 015

Software-Optionen

2330 DMO Option	M 897 400
2331 Autotest Option	M 897 401

Zubehör

Battery Module, 7.2 Ah (zusätzlicher Akku)	M 205 012
12 V Car Adapter (Adapter zur Stromversorgung aus Autobatterie)	M 860 389
Power Supply (zusätzl. Netzgerät)	M 248 328
1500 Battery Charger (Akkuladegerät)	M 204 097
External Charger Bundle (Akku, Netzteil, 1500 Battery Charger)	M 248 972
Trolley Carrying Case (Rollenkoffer)	M 300 871

4914 Antenna Coupler und Zubehör

4914 Antenna Coupler	M 248 719
4914 Antenna Coupler Package (mit Kabelsatz für Messgerät mit N-Buchse)	M 248 699
4921 RF Shield & 4914 Package (mit RF Shield und Kabelsatz)	M 248 353
PDA Shuttle für 4914 und 4916	M 248 692

Mehr Informationen über Willteks TETRA-Produkte finden Sie unter www.willtek.de/tetra



**Wireless Telecom Group
Vertriebsbüro**

Willtek Communications GmbH
Ismaning
Germany
Tel: +49 (0) 89 996 41 0
Fax: +49 (0) 89 996 41 440
info@willtek.com
www.willtek.com

Parsippany, NJ
USA
Tel: +1 973 386 9696
Fax: +1 973 386 9191

Cheadle Hulme, Cheshire
United Kingdom
Tel: +44 (0) 161 486 3353
Fax: +44 (0) 161 486 3354

Roissy
France
Tel: +33 (0) 1 72 02 30 30
Fax: +33 (0) 1 49 38 01 06

Singapore
Tel: +65 6827 9670
Fax: +65 6827 9601

Shanghai
China
Tel: +86 21 5835 5718
Fax: +86 21 5835 5238

© Copyright 2009 Willtek Communica-
tions GmbH. Alle Rechte vorbehalten.
2303/AN727/0109/DE

Hinweis: Änderungen technischer Daten,
Bezeichnungen und Lieferangaben vor-
behalten.