Version
02.00Oktober
2005

Digitaler HF/VHF/UHF-Überwachsungspeiler R&S® DDF 0xE

0,3 MHz bis 3000 MHz

- ◆ Hervorragende Genauigkeit und Empfindlichkeit
- ◆ Kompakter Aufbau
- ◆ Herausragende Großsignalfestigkeit
- ◆ Hohe Nachbarkanalunterdrückung
- ◆ HF-Bereich: 1 MHz FFT-Echtzeitbandbreite, VHF/UHF-Bereich: 2 MHz FFT-Echtzeitbandbreite
- ◆ Schnelle Such- und Scan-Funktionen
- ◆ Breites Antennenprogramm für stationären und mobilen Einsatz
- ◆ Peilung von GSM-Signalen (Option)
- ◆ Einfache Systemanbindung über Ethernet und CORBA

**ROHDE & SCHWARZ**



Allgemeines

Die Digitalen HF/VHF/UHF-Überwachungspeiler R&S® DDF0xE decken den Frequenzbereich von 0,3 MHz bis 3000 MHz entweder durchgehend oder in Teilbereichen ab (siehe Tabelle unten). Die Peiler nutzen die digitale Signalverarbeitung sowohl bei der Filterung (FFT und Filter mit linearem Phasengang) als auch bei der Peilwertberechnung.

Jeder Peiler besteht aus vier Funktionseinheiten:

- ◆ Peilantennensystem
- ◆ Peilumsetzer (DF-Konverter) mit darin enthaltenen Empfangsmodulen
- ◆ Digitale Signalverarbeitungseinheit (Digital Processing Unit)
- ◆ Steuerrechner mit Software

Der HF/DF-Konverter R&S® EH110 ist für den Frequenzbereich 0,3 MHz bis 30 MHz ausgelegt; der VHF/UHF-DF-Konverter R&S® ET550 deckt den Frequenzbereich 20 MHz bis 3000 MHz ab. Die Digital Processing Unit R&S® EBD061 hat zwei ZF-Eingänge, so dass beide DF-Konverter (R&S® EH110 und R&S® ET550) gleichzeitig an den R&S® EBD061 angeschlossen werden können (siehe Blockschaltbild

Seite 3). In der Software der digitalen Signalverarbeitungseinheit sind serienmäßig die Algorithmen für die Auswertung nach dem Watson-Watt-Verfahren und dem korrelativen Interferometer implementiert.

Digitale Peilverfahren

Die Typenbezeichnung R&S® DDF0xE wird von dem Begriff „Digital Direction Finder“ (digitaler Peiler) abgeleitet. Dies soll darauf hindeuten, dass die Peilwertmittlung digital erfolgt, d.h. die komplexen Antennenspannungen werden nach Art eines Vektorvoltmeters von dem hochwertigen dreizügigen Peilempfänger gemessen und anschließend digitalisiert. Die Peilauswertung erfolgt nun auf der Basis mathematischer Algorithmen. Hierbei können sowohl das „klassische“ Peilverfahren Watson-Watt als auch das moderne korrelative Interferometer zugrunde gelegt werden.

Typ	Anwendung	Frequenzbereich
R&S® DDF01E	HF	0,3 MHz bis 30 MHz
R&S® DDF05E	VHF/UHF	20 MHz bis 3000 MHz
R&S® DDF06E	HF/VHF/UHF	0,3 MHz bis 3000 MHz

Das Watson-Watt-Verfahren wird vorzugsweise im HF-Bereich in Fällen angewendet, in denen die Platzverhältnisse für den Aufbau der Peilantenne beengt sind (z.B. auf Schiffen). Außerdem ermöglicht es maximale Suchgeschwindigkeit.

Das korrelative Interferometer

Das Prinzip des korrelativen Interferometers bietet folgende Vorteile gegenüber den klassischen Verfahren:

- ◆ Verringerung der durch Reflexionen und Depolarisation verursachten Peilfehler
- ◆ Ermittlung eines zuverlässigen Peilgütekriteriums zur Beurteilung und Filterung von Peilwerten
- ◆ Möglichkeit der Verwendung von Großbasispeilantennen mit minimaler Zahl an Antennenelementen (vorzugsweise in Kreisgruppenanordnung)

Darüber hinaus bietet die digitale Signalverarbeitung die Möglichkeit, unter Einsatz von FFT größere Frequenzbereiche mit hoher Geschwindigkeit nach Aktivitäten abzusuchen. Die FFT-Echtzeitbandbreite beträgt bei der Serie R&S® DDF0xE im HF-Bereich 1 MHz und im VHF/UHF-Bereich 2 MHz.

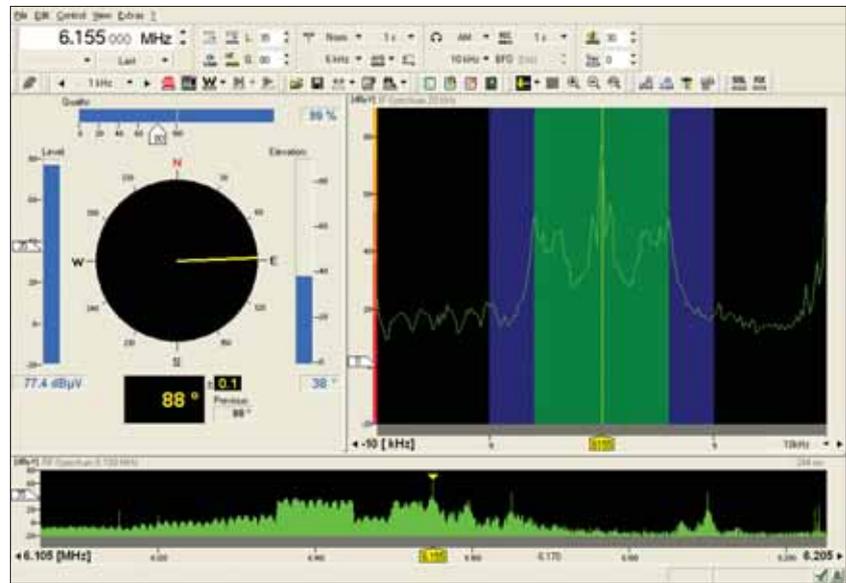
Bedien-/Anzeigeconcept

Die DF-Konverter und die Digital Processing Unit verfügen standardmäßig nicht über Bedien- und Anzeigeelemente. Daher erfolgt die Bedienung des Peilers über einen externen, leistungsfähigen Rechner (mit Windows 2000/XP), der an den R&S® EBD061 über Fast Ethernet angeschlossen wird. Mit jedem Peiler wird serienmäßig ein Softwarepaket geliefert, das die Bedien-/Anzeigeoberfläche und evtl. optionale Softwaremodule wie Single Station Location (SSL) für den Kurzwellenbereich und die GSM-Peilung enthält.

Zur Auswahl stehen vier Peilbetriebsarten:

Fixed Frequency Mode (FFM; Betrieb auf einer Festfrequenz)

In dieser Peilart wird der Peiler auf einer festen Frequenz betrieben. Der Peilwert wird analog (Polardarstellung) und digital angezeigt. Alternativ kann der Peilwert auch in einer Histogramm-/Wasserfalldarstellung präsentiert werden. Weiterhin werden zu jedem Peilwert auch der Empfangspegel und ein Qualitätswert (0 bis 100) angezeigt. Neben der Peilwertanzeige wird das Echtzeit-Spektrum – zentriert auf die eingestellte Empfangsfrequenz – angezeigt. Die Bandbreiten für den Peilprozess und die Audio-Demodulation sind unabhängig voneinander einstellbar.



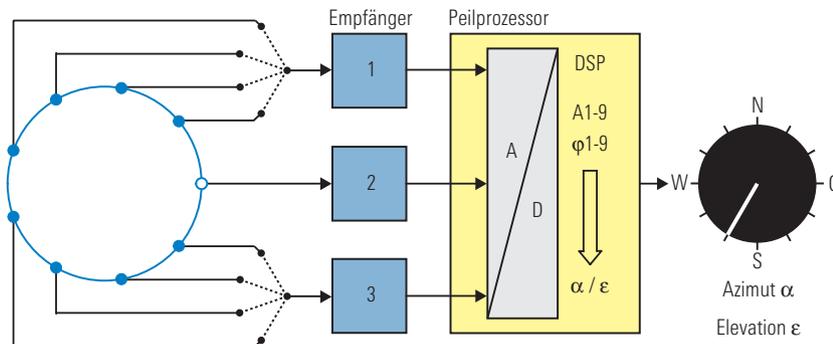
Fixed Frequency Mode (FFM), Search Mode

Search Mode (Suchbetrieb)

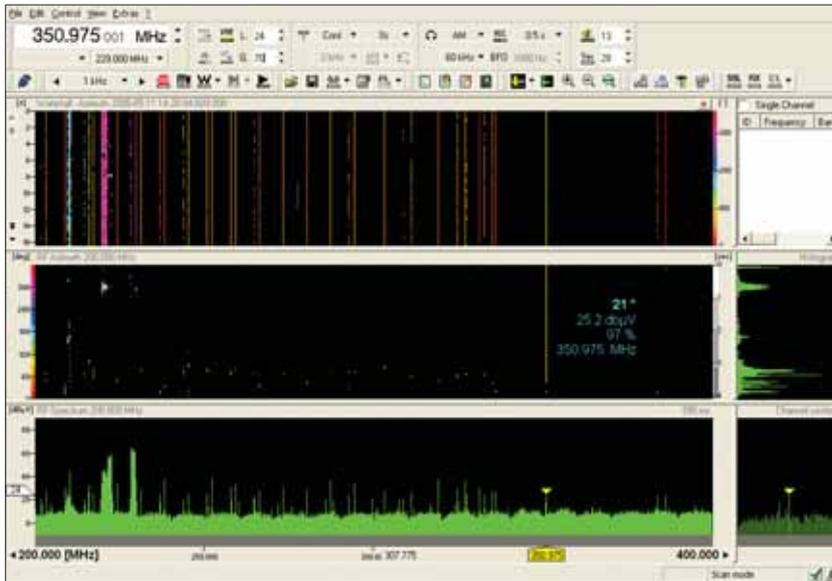
In dieser Betriebsart wird entweder ein Frequenzbereich (Start-, Stopffrequenz, Schrittweite) oder eine Frequenzliste (bis zu 1000 Einträge) definiert. Der Peiler sucht diesen Bereich nach Aktivitäten ab. Stößt er auf ein Signal, das eine festgelegte Schwelle überschreitet, wird für eine vorher eingestellte Zeit auf diesem Signal verweilt. Die Peilergebnisse werden auf die gleiche Weise präsentiert wie im Fixed Frequency Mode.

Suchpeilgeschwindigkeit und Kanalselektion

Bei Angaben über die Suchpeilgeschwindigkeit ist es immer wichtig, die Selektionsbedingungen anzugeben, unter denen diese Geschwindigkeiten erreicht werden. Prinzipiell können bei geringerer Kanalselektion höhere Suchgeschwindigkeiten erreicht werden. Dann kann es aber vorkommen, dass nebeneinander liegende belegte Kanäle gegenseitig Einfluss nehmen auf das Peilergebnis, weil die Nachbar kanalunterdrückung nicht ausreicht. Die Selektionseigenschaften werden durch den Shape Factor beschrieben, der das Verhältnis der Bandbreite bei 60 dB Unterdrückung zur Bandbreite bei 3 dB Unterdrückung angibt. Der R&S® DDF0xE hat im Suchbetrieb einen Shape Factor von 3,6. Mit dem Shape Factor verknüpft ist das Produkt aus Messzeit T und Bandbreite B ($B \times T$ oder BT). Beim R&S® DDF0xE beträgt $B \times T = 4$ zur Erzielung der gewünschten Selektionseigenschaften.



Blockschaltbild des R&S® DDF0xE



Scan Mode

Scan Mode (schneller Peilsuchbetrieb)

Die Peilerfamilie R&S® DDF0xE bietet darüber hinaus die Möglichkeit, definierte Frequenzbereiche mit wählbarer Schrittweite (Frequenzsuchlauf) oder bis zu 1000 abgespeicherte Frequenzkanäle (Speichersuchlauf) auf Aktivitäten hin abzusuchen. Für die Darstellung der Resultate stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Grundsätzlich

werden alle Informationen in einer Spektraldarstellung über der Frequenz angezeigt. Die Peilwerte werden in der Darstellung "Azimut über Frequenz" dargestellt und können je nach Alter, Pegel oder Azimut farbig markiert werden. Zur Datenreduktion lassen sich zusätzlich Azimutsektoren, Pegel- und Elevationsbereiche definieren. Bestimmte Frequenzen können mit Linealen oder

Markern gekennzeichnet werden. Der Anwender kann dann per Mausklick auf einfache Weise in das FFM-Menü wechseln, um das ausgewählte Signal näher zu analysieren.

Neu: Wideband Fixed Frequency Mode

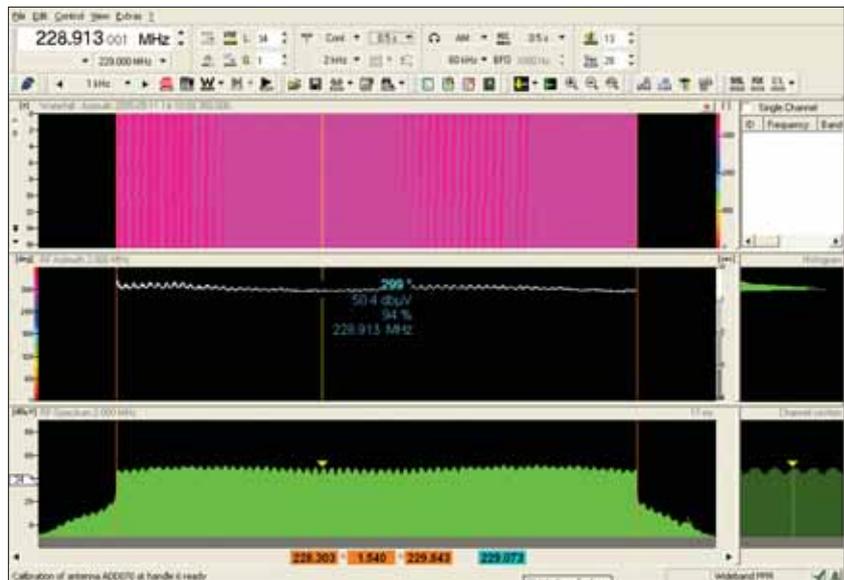
Wideband Fixed Frequency Mode (WFFM, Betrieb innerhalb der FFT-Echtzeitbandbreite)

In dieser Betriebsart werden alle Kanäle innerhalb der FFT-Echtzeitbandbreite parallel gepilt. Alle Parameter wie beispielsweise Kanalraster, Integrationszeit und Güteschwelle sind direkt einstellbar.

Für die Darstellung der Ergebnisse stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, wie die Spektrumsdarstellung, die Darstellung der Peilwerte über der Frequenz und die Wasserfall-Darstellung.

Suchpeilgeschwindigkeit und Kanalbelegung

Der R&S® DDF0xE ist einer der ganz wenigen Peiler, bei denen die Suchpeilgeschwindigkeit nicht von der Kanalbelegung abhängt. Die Geschwindigkeit ändert sich also nicht und bleibt sogar bei 100 % Kanalbelegung gleich. Bei den meisten anderen Geräten sinkt die Suchpeilgeschwindigkeit rapide mit steigender Kanalbelegung. Meist wird sie deshalb für eine Kanalbelegung von nur 10 % spezifiziert. Dieser Wert ist aber schnell überschritten, wenn schwache Signale nahe der Rauschgrenze oder DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum)-Signale unterhalb der Rauschgrenze gepilt werden.



Wideband Fixed Frequency Mode (WFFM)

**Neu:
Parallele Mittelung aller Kanäle**

Zusätzlich bietet der WFFM-Mode die innovative parallele Mittelung auf allen Kanälen. Mit diesem Feature wird die Peilung schwacher Signale erheblich verbessert. Sogar DSSS-Signale unterhalb der Rauschgrenze werden auf diese Weise sicher entdeckt und gepeilt.

Suchpeilgeschwindigkeit und Kanalauflösung

Die Suchpeilgeschwindigkeit hängt prinzipiell von der ausgewählten Kanalauflösung ab. Je geringer die Auflösung, desto kürzer ist die Filter-Einschwingzeit und desto höher ist die Suchpeilgeschwindigkeit. Deshalb ist es wichtig, dass die Suchpeilgeschwindigkeit immer zusammen mit einer Angabe über die Kanalauflösung spezifiziert wird.

Peilgenauigkeit und -empfindlichkeit

Wenn der R&S®DDF0xE in realer Umgebung getestet wird, fällt immer wieder die beeindruckend stabile und genaue Peilung auch bei schwachen Signalen auf. Diese Beobachtung lässt sich technisch begründen und ist ein Vorteil des Konzeptes.

**Das Konzept
„virtuelle Empfangszüge“**

Schon bei der grundsätzlichen Planung wurde der Schwerpunkt auf Genauigkeit und Empfindlichkeit gelegt. Die Wahl fiel auf das Konzept der „virtuellen Empfangszüge“, welches hier signifikante Vorteile bietet.

Bei diesem Konzept werden viele Antennenelemente so schnell auf wenige Empfänger geschaltet, dass es für den Benutzer aussieht, als stünde jedem Antennenelement ein eigener Empfangszug zur Verfügung. Der entscheidende Vorteil ist, dass große Peilantennen mit vielen Antennenelementen verwendet werden können, ohne entsprechend viele Empfangszüge bereitstellen zu müssen, was sehr kostspielig wäre. Denn je größer eine Peilantenne wird, desto mehr Antennenelemente müssen verwendet werden.

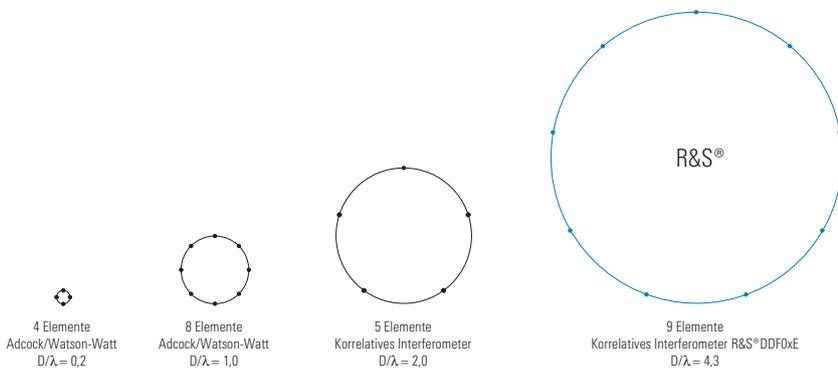
Anzahl der Antennenelemente

Grundsätzlich können Peilantennen mit einer höheren Anzahl an Antennenelementen einen größeren Durchmesser bekommen. Aber auch wenn der Durchmesser zweier Peilantennen gleich ist, hat der Einsatz von mehr Antennenelementen klare Vorteile. Beispielsweise hat eine 9-Element-Peilantenne im Vergleich zu einer 5-Element-Antenne eine höhere Genauigkeit und Fehlertoleranz durch die Tatsache, dass über nahezu doppelt so viele Antennensignale gemittelt werden kann.

**Größere Peilantenne
=
Bessere Genauigkeit und
Empfindlichkeit**

Eine bekannte Tatsache ist, dass ein Peiler in realer Umgebung umso höhere Genauigkeit und Empfindlichkeit bietet, je größer der Durchmesser der Peilantenne ist. Diese Verbesserung zeigt sich aber erst im echten Arbeitseinsatz, wo es Reflexionen und schwache Signale gibt. In den Spezifikationen fällt dieser Vorteil nicht auf, da sich die in Datenblättern angegebene Instrumenten- und Systemgenauigkeit zwecks Vergleichbarkeit auf ideale reflexionsfreie Peilantennen-Umgebungen und starke Signale beziehen.

Wie man im Bild links sieht, bietet der R&S®DDF0xE mit seiner 9-Element-Antenne und dem Peilverfahren korrelatives Interferometer die mit Abstand größte Peilantenne und damit eine höhere Genauigkeit und Empfindlichkeit.



Maximal zulässiger Peilantennen-Durchmesser bezogen auf die Wellenlänge für eindeutige Peilungen bis zu Umgebungsreflexionen von 50 %

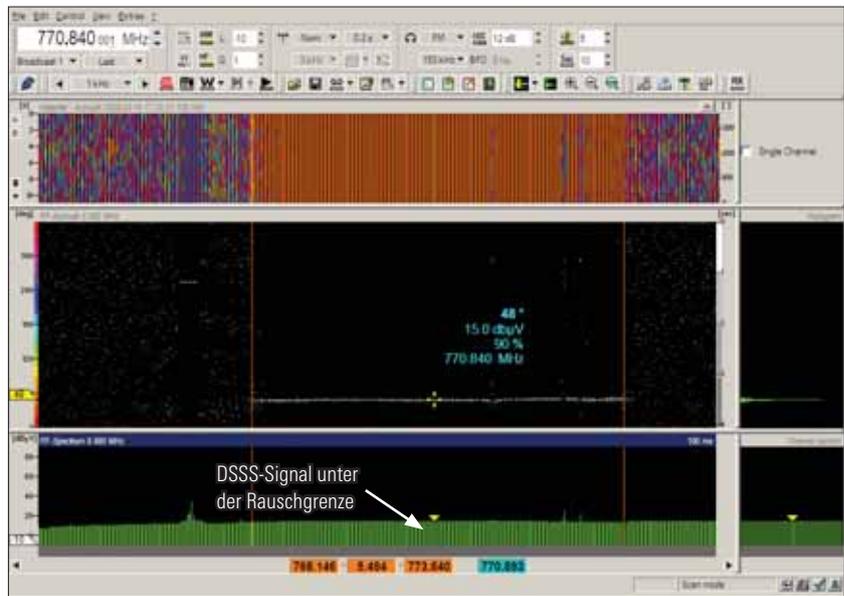
Reflexionsfestigkeit

Prinzipiell können Reflexionen die Peilgenauigkeit beeinträchtigen. Abhängig vom Konzept können verschiedene Peilantennen unterschiedlich gut mit Reflexionen umgehen. Der R&S®DDF0xE wurde so ausgelegt, dass er selbst bei einem 50%igen Anteil an Reflexionen noch genaue Peilungen erlaubt. Diese hohe Reflexionsfestigkeit ist ein Vorteil der großen Anzahl an Antennenelementen.

Das Bild unten zeigt die Verbesserung der Peilgenauigkeit in Abhängigkeit von der Peilantennen-Apertur.

Die höhere Genauigkeit und Empfindlichkeit des R&S®DDF0xE macht ihn besonders geeignet für die Peilung:

- ◆ von schwachen Signalen
- ◆ von „Spread Spectrum“- oder DSSS-Signalen unter der Rauschgrenze
- ◆ mit hoher Genauigkeit auch in nicht idealen Antennenumgebungen
- ◆ in extrem schlechter Umgebung wie z.B. in der Stadt

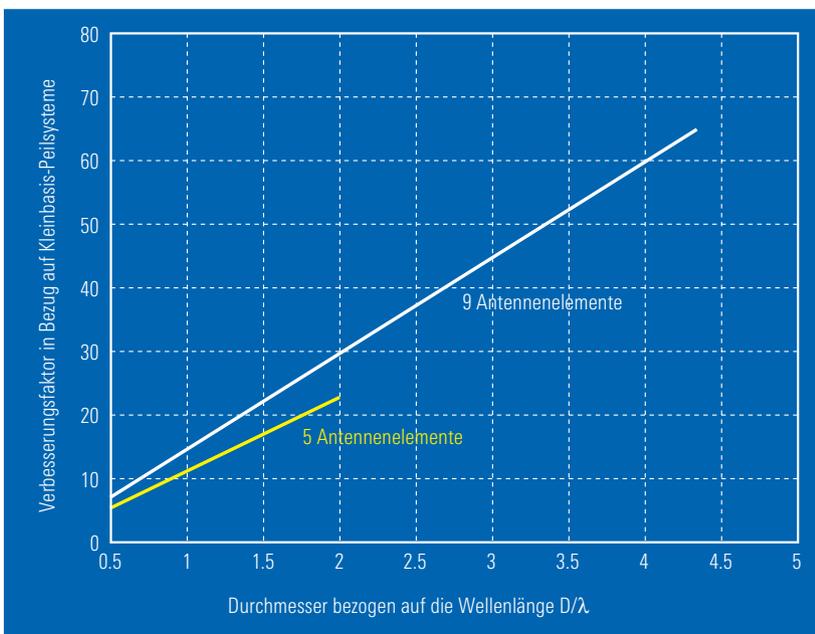


DSSS-Signal unter der Rauschgrenze (-6 dB)

Innovation: Mittlung im Scan-Betrieb

Zusammen mit der momentan einzigartigen Möglichkeit der Mittlung während der Breitbandpeilung kann der R&S®DDF0xE Signale wie z.B. DSSS sogar unterhalb der Rauschgrenze zuverlässig finden und peilen. Damit ist der R&S®DDF0xE gewappnet für diese immer aktueller werdende Form der Datenübertragung.

Das Bild oben zeigt, wie ein ca. 5,5 MHz breites DSSS-Signal mit einem Soll-Peilwert von 48° unterhalb der Rauschgrenze (-6 dB) gepeilt wird. Aufgrund des negativen Signal-Rauschabstandes ist das DSSS-Signal im Spektrum nicht zu erkennen. Bemerkenswert ist auch das sehr schmale Peilwerte-Histogramm, welches auf eine sehr kleine Peilwertschwankung und damit auf eine ebenso zuverlässige Peilung schließen lässt.



Verbesserungsfaktor in Abhängigkeit von der Peilantennen-Apertur für das korrelative Interferometer

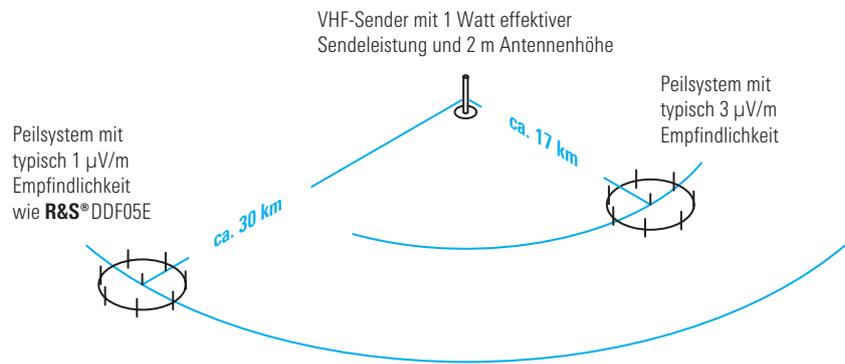
Hohe Empfindlichkeit für maximale Reichweite und Abdeckung

Die Empfindlichkeit des R&S®DDF0xE ist ebenfalls bemerkenswert: von HF bis 1,3 GHz wird typischerweise nur die geringe Feldstärke von 0,2 $\mu\text{V}/\text{m}$ (HF) bis 1 $\mu\text{V}/\text{m}$ (V/UHF) benötigt, um ein Signal stabil zu peilen. Über 1,3 GHz sind es nur 3 $\mu\text{V}/\text{m}$ bis 10 $\mu\text{V}/\text{m}$.

Damit gehört der R&S®DDF0xE auch dank seiner großen Peilantenne zu den empfindlichsten Peilern auf dem Markt.

Peilempfindlichkeit

Momentan gibt es noch keine einheitliche Methode zur Messung und Spezifikation der Peilempfindlichkeit. Umso wichtiger ist es, dass genaue Informationen über den Messablauf gegeben werden. Spezifikationen zur Peilempfindlichkeit ohne Informationen zum Messablauf sind wertlos, da verschiedene Messmethoden erheblich unterschiedliche Ergebnisse zur Folge haben. Bei Rohde & Schwarz ist die Peilempfindlichkeit definiert als die minimale Feldstärke, die der Peiler in Verbindung mit der Peilantenne braucht, um eine genaue Peilung zu ermöglichen (siehe Diagramme auf Seite 19 „Empfindlichkeiten der Peilantennen“).



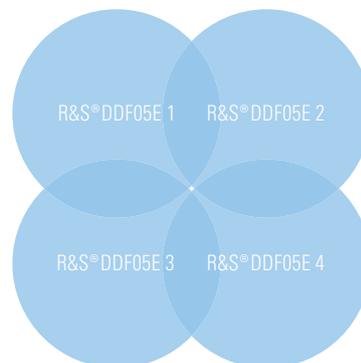
Vergleich der Reichweite bei unterschiedlicher Empfindlichkeit am Beispiel VHF

Je höher die Empfindlichkeit, desto größer ist die Reichweite eines Peilers. Dies zeigt der Vergleich im Bild unten anschaulich. Grundlage für diesen Vergleich sind die von der ITU empfohlenen Formeln zur Funkausbreitung für den VHF-Bereich. Nach diesen Formeln wird ein 1-Watt-VHF-Sender bei Sichtverbindung mit dem R&S®DDF05E bis zu einer Entfernung von typischerweise 30 km zuverlässig gepeilt. Sinkt die Empfindlichkeit, muss der Abstand zum Sender verringert werden, wobei schon wenige $\mu\text{V}/\text{m}$ deutliche Unterschiede bedeuten.

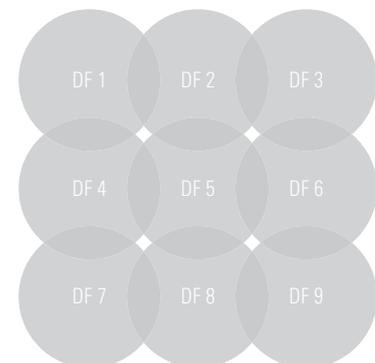
Hohe Abdeckung reduziert den Aufwand

Dank der hohen Empfindlichkeit ist die Abdeckung mit einem R&S®DDF0xE deutlich größer. Damit sind zur Funküberwachung eines bestimmten Gebietes weniger Peiler nötig als mit weniger empfindlichen Geräten, obwohl der Unterschied vielleicht nur wenige $\mu\text{V}/\text{m}$ beträgt.

Der Aufwand reduziert sich damit beträchtlich, wie das Bild unten zeigt.



Räumliche Abdeckung bei einer typischen Empfindlichkeit von 1 $\mu\text{V}/\text{m}$ wie R&S®DDF0xE



Räumliche Abdeckung bei einer typischen Empfindlichkeit von 3 $\mu\text{V}/\text{m}$

Vergleich der Abdeckung bei unterschiedlicher Empfindlichkeit

Qualität der Empfänger

Ob ein schwaches Signal überhaupt empfangbar ist, oder ob ein Peiler auch in ungünstigen Aufstellungsorten in der Nähe starker Sender noch brauchbare Ergebnisse liefert, hängt maßgeblich auch von der Qualität der eingesetzten Empfänger ab.

Weniger Störung durch starke Signale dank höchster Linearität und geringstem Phasenrauschen

Die durch die Interceptpunkte zweiter und dritter Ordnung (IP2 und IP3) beschriebene Linearität definiert, wie stark Intermodulationsprodukte in der Umgebung starker Sender sichtbar werden. Leider ist die Messung von IP2 und IP3 momentan noch nicht vereinheitlicht. Das erschwert den Vergleich anhand von Datenblättern. In den Fällen vergleichbarer Messungen zeigen die Empfänger im R&S®DDF0xE häufig deutlich größere und damit bessere Werte.

Das sehr geringe Phasenrauschen verbessert zusätzlich die Immunität gegen zu starke Signale.

Und hier zeigt sich ein weiterer Vorteil, den das Konzept der „virtuellen Empfangszüge“ mit sich bringt: die geringere Anzahl benötigter Empfangszüge. Im R&S®DDF0xE arbeiten drei kohärente Empfangszüge im sog. Konverter. Verglichen mit 5-Kanal-Peilern reduziert sich der Aufwand allein durch das Konzept um 40%. Das eröffnet die Möglichkeit, besonders hochwertige Empfänger zu benutzen.

**Die Grundlage:
State-Of-The-Art-Empfänger**

Der R&S®DDF0xE ist mit jeweils drei Empfängern ausgestattet, die zu den besten auf dem Weltmarkt gehören und praktischerweise von Rohde & Schwarz entwickelt und hergestellt werden:

- ◆ Im Konverter für den HF-Bereich arbeiten drei Empfänger nahezu baugleich mit dem R&S®EM010
- ◆ Im Konverter für den V/UHF-Bereich arbeiten drei Empfänger nahezu baugleich mit dem R&S®EM050

Oft wird besonders im V/UHF-Bereich die Auswahl eines geeigneten Peilantennen-Standorts durch die Nähe starker Sender wie z.B. Rundfunk- oder Fernsehsender erschwert. Die hohe Linearität und das sehr geringe Phasenrauschen des R&S®DDF0xE erlauben es, ihn näher an starken Sendern zu platzieren.

Hohe Linearität erleichtert die Standort-Suche

Wie Simulationen zeigen, kann der R&S®DDF0xE bei gleicher Intensität der Intermodulationsprodukte um mehr als 30% näher an einem starken Sender platziert werden als ein Peiler mit 10 dB kleineren Intercept-Punkten. Im Vergleich zu Peilern mit 18 dB kleineren Intercept-Punkten halbiert sich der Abstand sogar. Damit wird die Suche eines Peilantennen-Standorts erleichtert.

E-Peiler-Applikationen

Stationäre VHF/UHF-Funküberwachung

Für stationäre und semi-mobile V/UHF-Peilanlagen wurde das Antennensystem R&S®ADD053 und R&S®ADD070 entwickelt, welches zusammen mit dem R&S®DDF05A ein sehr genaues und empfindliches Peilsystem bildet.

Drei Peilantennen mit großem Durchmesser dank 8 bis 9 Antennenelementen teilen sich den Frequenzbereich und sind die Grundlage für die hohe Immunität gegen Reflexionen und die beeindruckende Empfindlichkeit.

Bei den meisten Frequenzen reicht bereits eine Feldstärke von nur 1 µV/m für eine genaue Peilung (siehe Peilantennen-Datenblatt R&S®ADDx).

Auf der Spitze befindet sich die Peilantenne R&S®ADD153, die den Frequenzbereich 200 MHz bis 1300 MHz abdeckt. Zwar ist die R&S®ADD153 bis 20 MHz hinunter einsetzbar, hier bietet aber die wesentlich größere R&S®ADD050 noch bessere Ergebnisse.



Peilantennensystem R&S®ADD053 und R&S®ADD070

Höchste Genauigkeit und Empfindlichkeit im taktischen VHF-Bereich

Die R&S®ADD050 in der Mitte mit einem Durchmesser von 3 m ist für die Peilung im Frequenzbereich 20 MHz bis 200 MHz optimiert. Sie bildet zusammen mit der R&S®ADD153 und einem Zwischenmast aus Glasfaser das Antennensystem R&S®ADD053.

Für den Frequenzbereich 1300 MHz bis 3000 MHz ist die Peilantenne

R&S®ADD070 entwickelt worden. Sie ist als besonders stabile Ausführung erhältlich und trägt die Kombination R&S®ADD053.

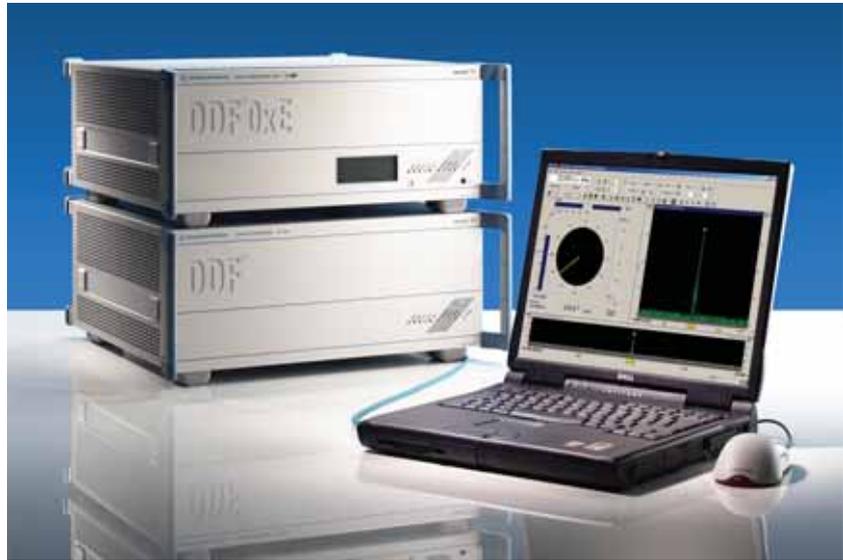
Besonders bei Benutzung hoher Maste oder größerer Entfernung zu den Peilgeräten empfiehlt sich die Unterbringung der Geräte im Wetterschutzschrank R&S®KK500. Hierdurch entfallen lange Koaxialkabel, welche die Empfindlichkeit bei hohen Frequenzen reduzieren und sehr kostspielig sind.

Wird zusätzlich die Ethernet-Verbindung über Glasfaserkabel hergestellt, kann der Bedienrechner ohne Einschränkungen mehrere hundert Meter von den Peilgeräten entfernt platziert werden.

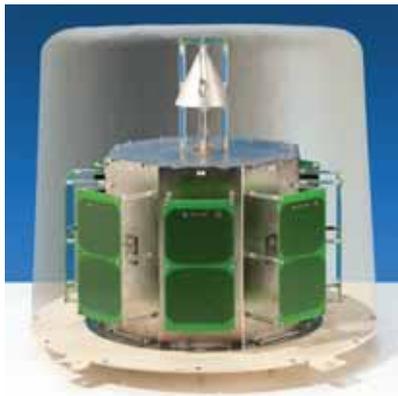
Produkt	Kurzbeschreibung
R&S®DDF05E	Schneller V/UHF-Überwachungspeiler mit hoher Genauigkeit und Empfindlichkeit
R&S®ADD053	Peilantennensystem für den Frequenzbereich 20 MHz bis 1300 MHz, bestehend aus R&S®ADD050 und R&S®ADD153
R&S®ADD070	Peilantenne für den Frequenzbereich 1300 MHz bis 3000 MHz in der besonders stabilen Variante 02 zur Montage der R&S®ADD053
R&S®KK500	Wetterschutzschrank zur geschützten Unterbringung der Geräte

Mobile GSM-Peilung

Zusammen mit der GSM-Option ist der R&S®DDF05E in der Lage, sämtliche Mobiltelefone eines Kanals separat zu peilen. Abhängig von der Anzahl der belegten Zeitschlitzte erscheinen also bis zu 8 Peilwerte auf der Benutzeroberfläche. Die Peilung von Mobiltelefonen stellt hohe Anforderungen an einen Peiler, da ein einzelnes GSM-Signalkpaket nur 577 µs lang ist. Die sehr kurze minimale Signaldauer des R&S®DDF05E von nur 500 µs ermöglicht aber auch in dieser Anwendung eine sichere Peilung.



R&S®DDF05E



Peilantenne R&S®ADD170

Darüber hinaus bietet Rohde & Schwarz die Peilantenne ADD170, die speziell für die Peilung von Mobiltelefonen entwickelt wurde:

- ◆ Beste Peilgenauigkeit durch großen Antennendurchmesser
- ◆ Weniger Störungen von Reflexionen durch optimierte Antennengeometrie
- ◆ Höchste Empfindlichkeit durch Konzentration auf den GSM-Frequenzbereich 800 MHz bis 2000 MHz

- ◆ Kompakte Bauform zur getarnten Montage unter Kunststoff-Aufbauten auf einem Fahrzeugdach

Die Peilung von Mobiltelefonen in der Stadt ist aufgrund von Abschattungen und Reflexionen prinzipiell eine Herausforderung. Der R&S®DDF05E in Verbindung mit der R&S®ADD170 zeigt aber auch hier erstaunlich genaue und stabile Peilergebnisse.



Produkt	Kurzbeschreibung
R&S®DDF05E	Sehr schneller V/UHF-Überwachungspeiler mit hoher Genauigkeit und Empfindlichkeit
R&S®ADD170	Für das GSM-Band optimierte kompakte Peilantenne
R&S®DDF-GSM	Peiler-Option zur Peilung sämtlicher belegter Zeitschlitzte eines GSM-Kanals

Fernbediente HF-Peilstation

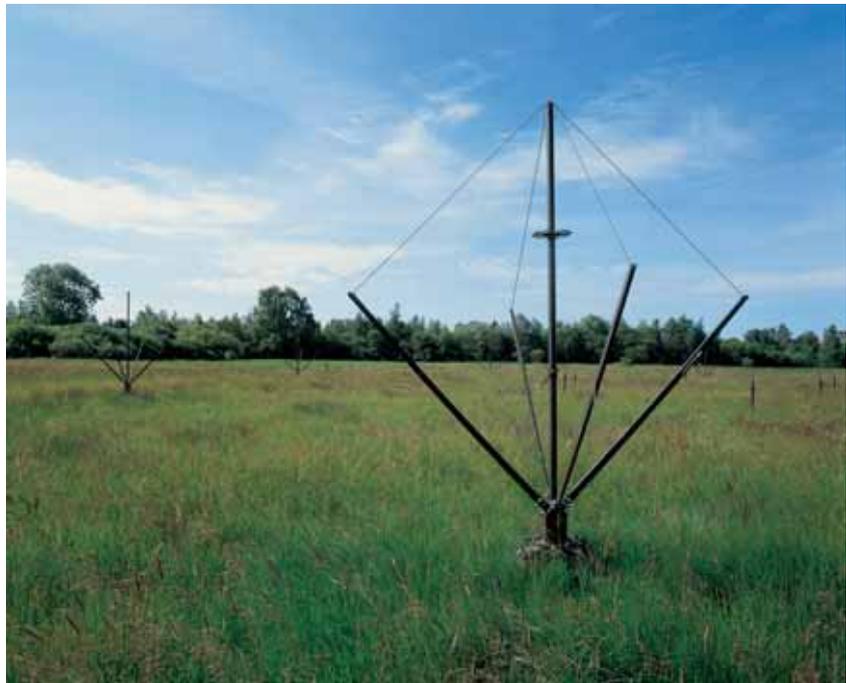
Zusammen mit der Großbasis-Peilantenne R&S®ADD011 bildet der Peiler R&S®DDF01E ein beeindruckend empfindliches und genaues Peilsystem für den HF-Bereich 300 kHz bis 30 MHz.

Die große 9-Element-Peilantenne mit einem Durchmesser von 50 m sorgt in Verbindung mit dem Peilverfahren korrelatives Interferometer dafür, dass der Peiler unempfindlicher auf Reflexionen und Bodenunebenheiten reagiert. Hierdurch wird die Suche nach einem geeigneten Standort für die Peilantenne deutlich vereinfacht.

Durch die Verwendung von Kreuzrahmen-Antennen ist sogar bei steiler Elevation von bis zu 85° eine Peilung gewährleistet. Der Elevationswinkel wird ebenfalls berechnet, so dass SSL (Single Station Location) optimal möglich wird.

Herausragende Genauigkeit und Empfindlichkeit

So erreicht die Kombination R&S®DDF01E und R&S®ADD011 auch in realen, zur Peilung geeigneten Umgebungen (nicht nur in idealem Testgelände) eine typische Peilgenauigkeit nahe bei 1° RMS und eine typische Empfindlichkeit von 0,25 µV/m (siehe Spezifikationen).



Peilantenne R&S®ADD011

Bekanntlich werden HF-Peiler in möglichst abgelegenen Gebieten gebaut. Dies hat zwei Gründe:

- ◆ Das von Maschinen und elektrischen Geräten verursachte elektromagnetische Grundrauschen ist deutlich geringer
- ◆ Die Peilgenauigkeit ist höher, da weniger Hindernisse wie Hochspannungsmasten, Gebäude oder Straßen in der Nähe sind, die das Empfangswellenfeld verzerren

Für die dann häufig notwendige Fernbedienung wird die Software R&S®DDFE-REM auf einem handelsüblichen Rechner in der Nähe der Peilgeräte installiert. Sie sorgt u.a. für eine intelligente Datenreduktion, die auf die zur Verfügung gestellte Kommunikationsverbindung (ISDN, GSM/GPRS, Modem etc.) zugeschnitten ist.

Werden die Geräte im Wetterschutzschrank R&S®KK500 untergebracht, ist nur noch eine einfache Behausung zum Schutz vor Diebstahl und Vandalismus notwendig.

Produkt	Kurzbeschreibung
R&S®DDF 01E	Schneller HF-Suchpeiler mit hoher Genauigkeit und Empfindlichkeit
R&S®ADD011	HF-Großbasis-Peilantenne mit hoher Peilgenauigkeit und Empfindlichkeit
R&S®DDF-SSL	Software Peiler-Option Single Station Locator zur Ortung von HF-Sendern mit nur einem Peiler über Ionosphären-Daten
R&S®DDFE-REM	Peiler-Option zur Fernsteuerung des Peilers über ISDN o.Ä.
R&S®KK500	Wetterschutzschrank zur geschützten Unterbringung der Geräte

Mobile HF/VHF/UHF-Funküberwachung

Soll der gesamte Frequenzbereich mobil erfasst und gepeilt werden, braucht man Geräte mit kleinen Abmessungen, Breitband-Peilantennen und angepasste Peilmethoden.

300 kHz bis 1,3 GHz mit 2 kompakten Peilantennen

Hier bietet Rohde & Schwarz optimierte Peilgeräte und -antennen, die trotz der kleinen Abmessungen den Frequenzbereich 300 kHz bis 3 GHz lückenlos abdecken. Für den gesamten Frequenzbereich werden nur drei Peilantennen benötigt, die bei kleinen Abmessungen sehr gute Resultate liefern. Oberhalb von 200 MHz ist die Peilgenauigkeit und -empfindlichkeit sogar identisch mit der stationären Variante.

300 kHz bis 1,3 GHz mit 8 Höheneinheiten

Der R&S®DDF05E mit der Option R&S®DDFE-HF braucht für den gesamten Frequenzbereich nur 8 Höheneinheiten, ein sensationell kleiner Wert für einen so leistungsfähigen Peiler. Oberhalb von 20 MHz entspricht die Signalverarbeitung der stationären Variante, mit drei Vorselektionen und Empfangskonvertern. Im HF-Bereich dagegen werden die drei Kanäle direkt auf die A/D-Wandler im Peilprozessor geschaltet. Die Empfangszüge werden dann digital als Software-Empfänger realisiert.

Für die mobile HF-Peilung wurde die Peilantenne R&S®ADD119 entwickelt. Ein Kreuzrahmen bildet zusammen mit einer Referenzantenne eine klassische Watson-Watt-Peilantenne. Sie ist für Bodenwellen bis 30 MHz ausgelegt und bietet trotz ihrer kleinen Abmessungen eine Peilgenauigkeit von 2° RMS bei guter Empfindlichkeit.

Mit der R&S®ADD119 schaltet der Peiler automatisch auf das Watson-Watt Peilverfahren um, wenn HF eingestellt wird. Antenne und Dreibein sind mit wenigen Handgriffen montiert.

Den V/UHF-Bereich bis 1300 MHz deckt die Peilantenne R&S®ADD153 ab, die sich mittels Adapter flach auf ein Autodach montieren lässt. So kann sie bei Bedarf unter einem aufgesetzten Kunststoff-Dach getarnt werden.

Die Peilantenne R&S®ADD070 erweitert den Frequenzbereich bis 3 GHz und ist ebenfalls in flacher Ausführung erhältlich. Im nebenstehenden Bild ist sie auf einem ausfahrbaren Mast montiert, was die Reichweite deutlich erhöht.

Auf Wunsch mit Fehlerkorrektur

Generell wird die Peilgenauigkeit besonders unterhalb von 200 MHz durch Resonanzen und Reflexionen eingeschränkt. Hier bietet Rohde & Schwarz eine Kalibrierung des Peilfahrzeugs auf einem Drehstand an. Nach einer solchen Kalibrierung ist die Peilgenauigkeit durchschnittlich doppelt so hoch.



V/UHF-Peilfahrzeug



Peilantenne R&S®ADD119

Produkt	Kurzbeschreibung
R&S®DDF05E	Schneller V/UHF-Überwachsungspeiler mit hoher Genauigkeit und Empfindlichkeit
R&S®E-HF	Peiler-Option zur HF-Frequenzbereichserweiterung des V/UHF-Peilers R&S®DDF05E
R&S®ADD119	Kompakte HF-Peilantenne für das Watson-Watt-Peilverfahren
R&S®ADD153	V/UHF-Peilantenne für den Frequenzbereich 20 MHz bis 1300 MHz
R&S®ADD070	Peilantenne für den Frequenzbereich 1300 MHz bis 3000 MHz in einer besonders flachen Variante zur Montage auf einem Autodach
R&S®AP502Z1	Adapter zur flachen Montage der R&S®ADD153 auf einem Autodach

Optionen

Peilung von GSM-Mobiltelefonen

Option R&S®DDF-GSM

Mit dieser Option bietet der R&S®DDF 05E die Möglichkeit, alle Mobiltelefone eines Kanals quasi-simultan zu peilen. Für jeden belegten Zeitschlitz erscheint ein Peilwert. Nur so ist es möglich, in dichten Funk Szenarien ein bestimmtes Mobiltelefon zu orten.

Stabile Peilung in dichtesten Funk Szenarien

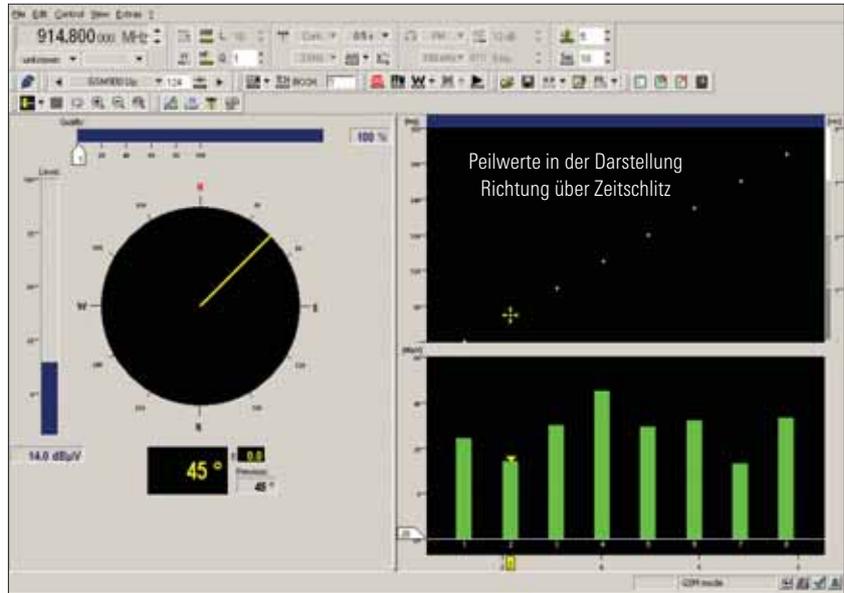
Mobiltelefone senden immer in kurzen Paketen von 577 μ s. Mit einer minimalen Signaldauer von nur 500 μ s ist der R&S®DDF 05E für diese kurzen Aussendungen vorbereitet. Die wichtigste Aufgabe der GSM-Option ist es nun, den Peiler genau dann mit der Messung beginnen zu lassen, wenn das Mobiltelefon mit der Aussendung beginnt. Hierfür stehen drei Möglichkeiten zur Auswahl:

- ◆ Der R&S®DDF 05E synchronisiert sich auf die Basisstation, mit der das interessierende Mobiltelefon verbunden ist
- ◆ Der Beginn einer Aussendung wird über ein externes Trigger-Signal dem R&S®DDF 05E mitgeteilt
- ◆ Der R&S®DDF 05E wird mit einem hochstabilen Takt (z.B. GPS) versorgt und einmalig auf eine Basisstation synchronisiert. Abhängig von der Taktstabilität kann die Synchronisation auf diese Weise über viele Stunden aufrecht erhalten werden.

Automatische Vorklassifizierung

Option R&S®DDF-CL

Besonders Mitarbeiter der militärischen Funküberwachung stehen vor immer komplexeren Funk-Szenarien. Einerseits wird das Spektrum immer dichter, andererseits werden die Techniken zur Tarnung von Funkaussendungen immer raffinierter.



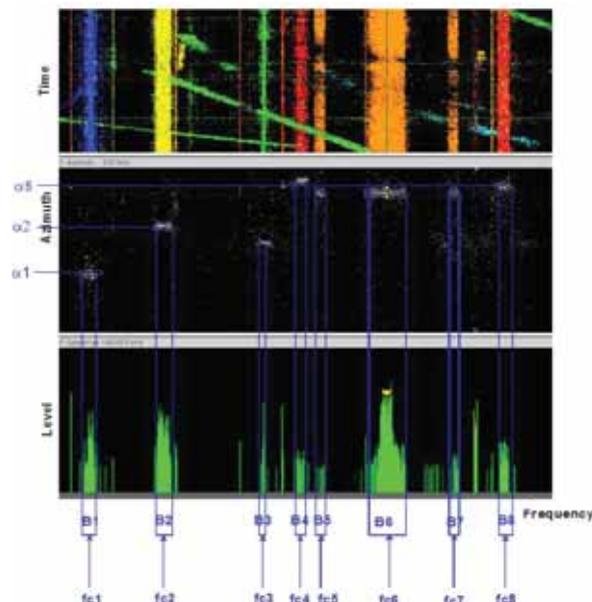
Option R&S®DDF-GSM: Steuersoftware im GSM-Modus mit 8 Mobiltelefonen

Die Wahrscheinlichkeit, dass beispielsweise Frequenz-Hopper mit hohen Bandbreiten oder kurze Burst-Aussendungen auf unbekannter Frequenz übersehen werden, steigt entsprechend.

Der Vorklassifikator sorgt dafür, dass praktisch kein Signal unentdeckt bleibt:

Automatische Erkennung von Hoppfern, Bursts usw.

Nach Eingabe von Start- und Stopp-Frequenz wird der Frequenzbereich kontinuierlich gescannt und die Ergebnisse gespeichert. Tauchen neue Signale auf, werden sie mit den Ergebnissen aus dem Speicher verglichen. Ist ein Muster erkennbar (z.B. mehrere Burst-Aussendungen aus der gleichen Richtung \rightarrow Frequenz-Hopper), werden die



Option R&S®DDF-CL: Prinzip der Vorklassifizierung

Signale in die Klassen Festfrequenz, Hopper, Chirp oder Burst einsortiert. Die Einzelergebnisse werden zu einem Gesamtergebnis zusammengefasst und gemittelt. Damit ist der Vorklassifikator der Grundstein zur automatisierten Ortung von LPI-Signalen.

Neben dem Vorteil, von der Erfahrung des Bedieners unabhängig zu sein, kommt ein weiterer wesentlicher Aspekt, nämlich die Datenreduktion hinzu.

Maximale Datenreduktion

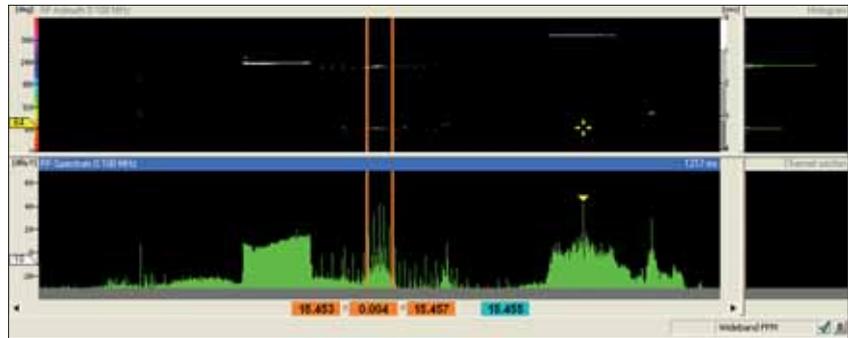
Netzwerke aus mehreren Peilern zur Funkortung müssen ihre Ergebnisse an die Zentralstation übermitteln. Je weniger Daten übermittelt werden müssen, desto unauffälliger kann dies geschehen. Mit der Vorklassifizierung werden die Daten maximal reduziert und es muss nur noch die wesentliche Information übermittelt werden.

Hohe Frequenzauflösung

Option R&S®DDF-HFR

Der R&S®DDF 0xE bietet standardmäßig eine hohe Frequenzauflösung (HF: 100 Hz, V/UHF: 1000 Hz), die für die meisten Anwendungen ausreicht. Es gibt aber Anwendungen, für die eine noch höhere Auflösung gebraucht wird:

- ◆ Peilung von Gleichkanalstörern:
Wenn zwei Sender sich spektral überlappen, nimmt der Peilfehler zu, teilweise ist der Peilwert sogar unbrauchbar.
- ◆ Peilung versteckter Signale:
Hier gilt das Gleiche wie bei Gleichkanalsendern. Die Besonderheit ist, dass das gesuchte Signal sich gewollt z.B. im Spektrum eines Radio- oder Fernsehsenders versteckt.



Option R&S®DDF-HFR: Peilung zweier Emittier im gleichen Frequenzbereich mit 20 Hz Auflösung

Neu: Auf Wunsch extrem hohe Frequenzauflösung

Durch die hohe Frequenzauflösung der Option R&S®DDF-HFR werden bis zu hundert Mal mehr Peilwerte pro Frequenzband berechnet. Dadurch liefern statistische Hilfsmittel wie Histogramm und gleitende Mittelung wesentlich schneller genauere Ergebnisse. Zusätzlich erhöht sich die Menge an ungestörten Peilwerten, weil bei der betreffenden Frequenz im Moment der Messung nur einer der Sender Energie abgestrahlt hat.

Das Bild oben zeigt einen Screenshot in der WFFM-Betriebsart mit einer Auflösung von 20 Hz. Das interessierende Signal im orangefarbenen umrahmten Bereich ist von einem Gleichkanalstörer überlagert. Aufgrund der hohen Auflösung sind im Histogramm zwei Maxima klar erkennbar und erlauben die präzise Peilung.

Ferngesteuerte Bedienung

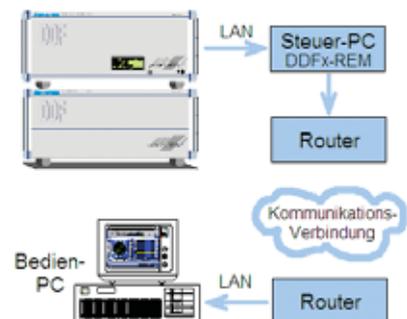
Option R&S®DDF E-REM

Es gibt u.a. zwei wesentliche Gründe für die Fernbedienung des R&S®DDF 0xE: Verbesserung der Empfangseigenschaften und Vereinfachung der Bedienung von Peiler-Netzwerken.

Fernbedienung über fast jede Datenverbindung

Verbesserung der Empfangseigenschaften:

Im Kurzwellen-Frequenzbereich ist das elektrische Grundrauschen besonders hoch. Ein großer Abstand zu Ballungszentren ist daher wichtig für die Peilung schwacher Signale. Zusätzlich wird zur Vermeidung starker Reflexionen empfohlen, den HF-Peiler möglichst weit weg von Gebäuden, Hochspannungsleitungen und Straßen zu positionieren. Wenn die Anwender nicht in so abgelegenen Orten stationiert sind, bleibt nur noch die Fernbedienung.



Option R&S®DDF E-REM

Vereinfachung der Bedienung von Peiler-Netzwerken:

Werden mehrere Peiler zu Netzwerken miteinander verbunden, bietet die zentralisierte Bedienung große Vorteile, weil nur an einer Stelle erfahrene Anwender sitzen müssen.

Die Fernsteuer-Software R&S®DDFE-REM wird auf einem handelsüblichen Rechner in der Nähe der Geräte installiert. Die eigentliche Datenübertragung wird von ebenfalls handelsüblichen „Routern“ organisiert. In der Wahl der Kommunikations-Verbindung ist der Benutzer völlig frei:

- ◆ ISDN
- ◆ GSM/GPRS
- ◆ Satellitenverbindung
- ◆ Funkmodems
- ◆ Richtfunk
- ◆ ... und viele mehr

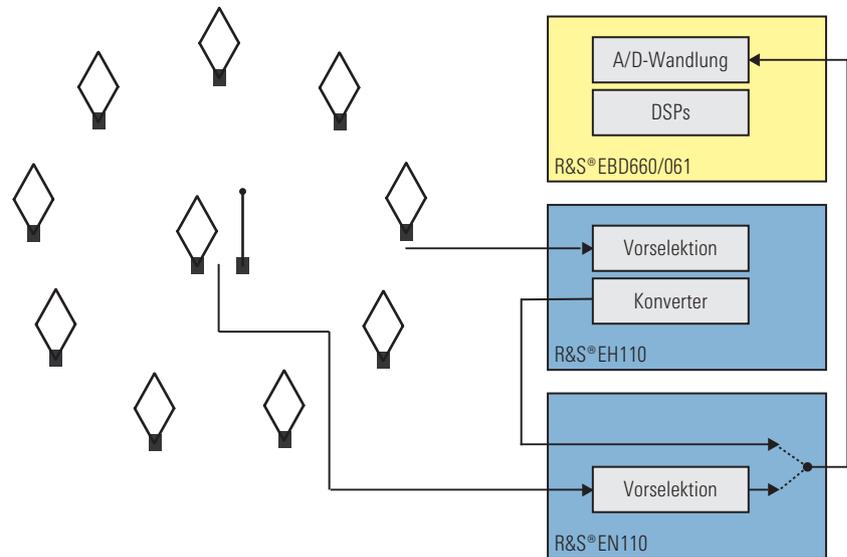
Die Fernsteuer-Software R&S®DDFE-REM übernimmt mehrere Aufgaben, die über die einfache Fernsteuerung hinaus gehen:

- ◆ Anpassung der übertragenen Datenmenge an die verfügbare Kommunikationsverbindung durch intelligente Datenreduktion
- ◆ Komprimierung der Audiodaten
- ◆ Verwaltung von mehreren Stationen

Single-Station-Locator

Option R&S®DDF-SSL

Im Kurzwellen-Frequenzbereich bietet sich die besondere Möglichkeit, Sender mit nur einem Peiler zu orten, die über Raumwelle empfangen werden. Dazu wird über die Reflexion an der Ionosphäre der Standort des Senders ermittelt, nach dem Grundsatz „Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel“. Zu diesem Zweck berechnet der R&S®DDF01E die Elevation und bietet mit dem Gütefilter und dem Histogramm Werkzeuge zur Mittelung der Daten.

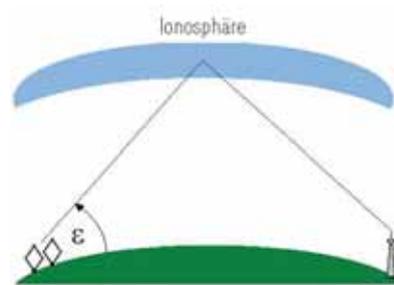


Option R&S®DDF-LF

Einfachste Bedienung dank integrierter Ionosphären-Datenbank

Die Höhe der Ionosphäre wird komfortabel nach Eingabe der aktuellen gemittelten Anzahl der Sonnenflecken aus einer Datenbank berechnet. Diese Datenbank enthält die gemittelten Daten vieler Jahre und ist erstaunlich genau. Selbstverständlich können auch sämtliche Parameter vorgegeben werden.

Zusätzlich bietet R&S®DDF-SSL die Möglichkeit der Kalibrierung durch einen Sender mit bekannter Position.



Option R&S®DDF-SSL

VLF-Frequenzbereichserweiterung

Option R&S®DDF-LF

Neu: Peilung bis 9 kHz

Mit der Frequenzbereichserweiterung R&S®DDF-LF wird die untere Grenzfrequenz des R&S®DDF0xE auf 9 kHz erweitert. Der Frequenzbereich 1 MHz bis 30 MHz wird beispielsweise von der Peilantenne R&S®ADD011 abgedeckt. Unterhalb von 1 MHz bilden eine Kreuzrahmen-Antenne und ein Monopol eine klassische Watson-Watt-Peilantenne.

Abhängig von der Frequenz wird der Peilwert entweder nach der Methode korrelatives Interferometer oder Watson-Watt berechnet. So werden die jeweiligen Vorzüge dieser beiden Methoden genutzt: genaue Peilung und geringe Abmessungen.

Die Signalverarbeitung ist ebenfalls unterschiedlich. Oberhalb von 1 MHz arbeiten drei klassische analoge Empfänger mit Vorselektion und Konverter. Unterhalb dieser Frequenz werden die Empfangssignale lediglich breit gefiltert und dann direkt auf die A/D-Wandler gegeben. Die weitere Filterung erfolgt digital in den Software-Empfängern.

Synchrones Scannen

Option R&S®DDF-TS

Soll ein Sender mit mehreren Peilern geortet werden, wird von jedem Peiler ein Peilwert benötigt. Dies ist für Signale mit normalen Sendedauern von einigen hundert Millisekunden oder länger auch gewährleistet.

Grundlage zur Ortung von LPI-Signalen

Bei getarnten LPI-Signalen wie Hopper und Bursts ist die Dauer einer Einzelaussendung aber sehr gering. Zusätzlich ist die Frequenz unbekannt und es müssen große Frequenzbereiche abgesucht werden. Es passiert, dass nur ein Peiler im Moment der Aussendung auf der richtigen Frequenz misst. Eine Ortung ist dann unmöglich.

Mit der Option R&S®DDF-TS wird der Suchvorgang synchronisiert und die Peiler messen alle zur gleichen Zeit auf der gleichen Frequenz. Jedes erfasste Signal wird fortan von allen Peilern zuverlässig gepeilt und die Ortungsgenauigkeit ist maximal. Dabei ist die Genauigkeit der

Synchronisation dank GPS sehr hoch. Für Peiler-Netzwerke zur Ortung von LPI-Signalen ist die Option R&S®DDF-TS deshalb eine wichtige Grundlage.

Werkzeuge zur Wartung und Fehlersuche

Option R&S®DDF-SK

Mit dem R&S®DDF-SK (Service-Kit) können Betreiber des R&S®DDF0xE bei der Wartung und Fehlersuche eine Menge Zeit sparen.

Schnelle und erfolgreiche Fehlersuche

In einem stabilen Koffer sind alle wesentlichen Werkzeuge zur Überprüfung der Anlage übersichtlich angeordnet. Wesentlicher Bestandteil ist die Antennensimulation R&S®ZT660, die für den Test statt der Peilantenne am Peiler angeschlossen wird und eine beliebige einstellbare Peilantenne von Rohde & Schwarz simuliert. So kann komfortabel überprüft werden, ob sich der Fehler in der Peilantenne oder in den Geräten verbirgt. Eine unnötige Besteigung des Antennenmastes oder gar

Demontage der Peilantenne wird vermieden.

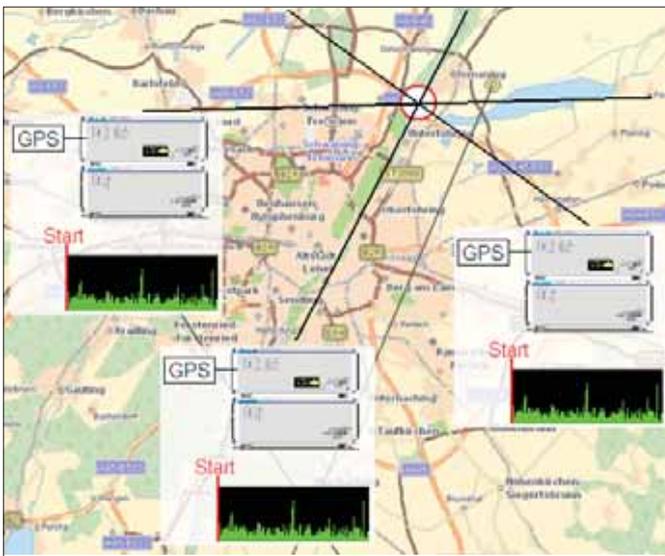
Zusätzlich bietet die Antennensimulation die Möglichkeit, einen Signalgenerator anzuschließen und dessen Signale mit definierter Richtung zu peilen.

Folgende Teile befinden sich in dem Koffer:

- ◆ Antennensimulation R&S®ZT660
- ◆ Diverse Kabel und Adapter
- ◆ Verschiedene Werkzeuge zum sachgemäßen Öffnen der Gehäuse

Unter anderem können folgende Tests durchgeführt werden:

- ◆ Eingrenzung eines Fehlers auf die Geräte oder die Peilantenne
- ◆ Überprüfung aller drei Empfangszüge
- ◆ Test-Peilung mit Hilfe eines Signalgenerators



Option R&S®DDF-TS

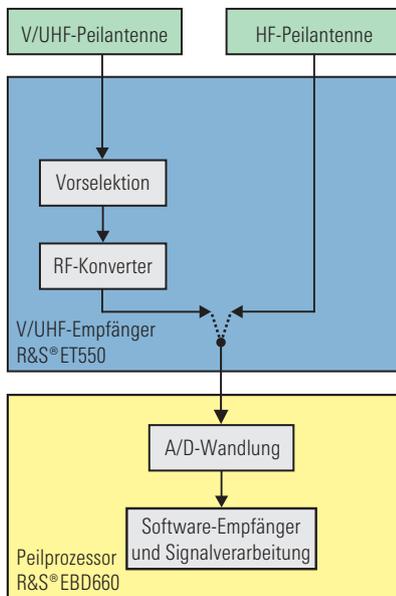
HF-Erweiterung für den V/UHF-Peiler
Option R&S®DDF E-HF

Mit der Option R&S®DDF E-HF wird der V/UHF-Peiler R&S®DDF 05E zu einem extrem kompakten Vollbereichs-Peiler mit einem Frequenzbereich von 300 kHz bis 3 GHz. Da es sich um eine reine Software-Option handelt, ändert sich an der Gerätegröße nichts.

Eine kompakte HF-Peilantenne wie die R&S®ADD119 wird am Konverter R&S®ET550 angeschlossen. Bei der Einstellung von V/UHF durchlaufen die Antennensignale die Vorselektion und die Empfangskonverter. Bei HF werden die Antennensignale direkt an die A/D-Wandler im Peilprozessor überge-

ben. Nach der Digitalisierung übernehmen dann Software-Empfänger die Vorselektion und Konvertierung der HF-Signale. Abhängig von der Peilantenne erfolgt die Peilwertberechnung dann nach der Methode korrelatives Interferometer oder Watson-Watt.

Die Tatsache, dass die HF-Signale direkt an die A/D-Wandler übergeben werden, macht den Peiler etwas empfindlicher für starke Sender. Da die Option R&S®DDF®E-HF aber ohnehin meist an kompakten und damit naturgemäß weniger empfindlichen Peilantennen betrieben wird, fällt dieser kleine Nachteil kaum auf.



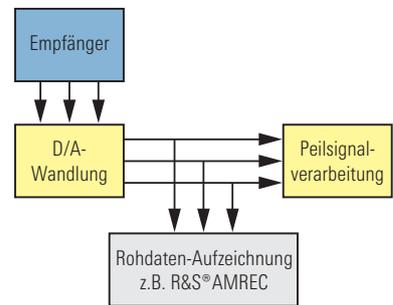
Option R&S®DDF E-HF

Ausgabe der digitalen Rohdaten
Option R&S®DDF-DR

Wird der R&S®DDF0xE als Quelle für ein Analysesystem wie beispielsweise R&S®AMMOS benutzt, müssen die digitalisierten Zwischenfrequenz-Daten unbehindert ausgegeben werden.

Neu:
Ausgabe der Rohdaten zur Analyse

Eine solche Möglichkeit bietet die Option R&S®DDF-DR mittels einer standardisierten FPDP-Schnittstelle. An diesem Ausgang liegen die digitalisierten Zwischenfrequenz-Daten sämtlicher drei Empfangszüge an und können z.B. mit R&S®AMREC aufgezeichnet werden.



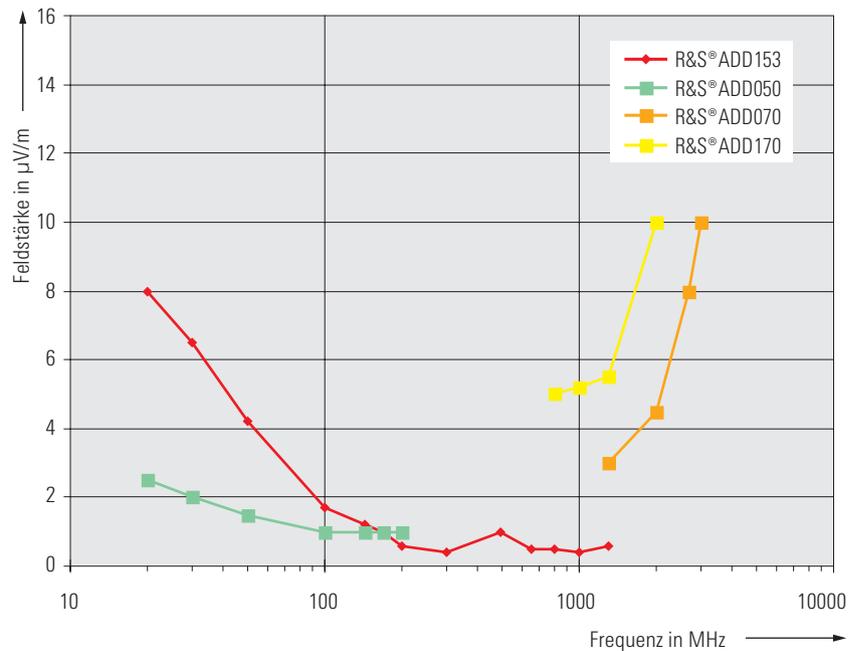
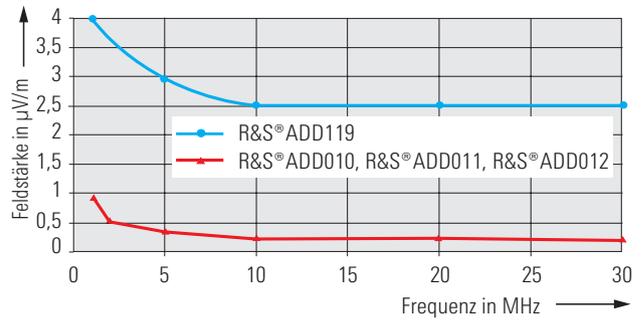
Option R&S®DDF-DR

Peilantennen

Die Peilantennen für die Peilerfamilie R&S®DDF0xE tragen die Typenbezeichnung R&S®ADDx und sind dieselben wie für die Peilerfamilien R&S®DDF0xM, R&S®DDF0xS und R&S®DDF0xE.

Die modifizierte Peilantenne R&S®ADD150 mit erhöhter Empfindlichkeit im Bereich 20 MHz bis 100 MHz heißt jetzt R&S®ADD153.

Grundsätzlich lassen sich in vielen Fällen auch bereits vorhandene Peilantennen (insbesondere HF-Adcock-Antennen) anderer Hersteller weiterverwenden, wobei in jedem Fall die Anpassungseinheit R&S®GX 060 erforderlich ist. Die Einzelheiten müssen im Anwendungsfall geprüft werden.

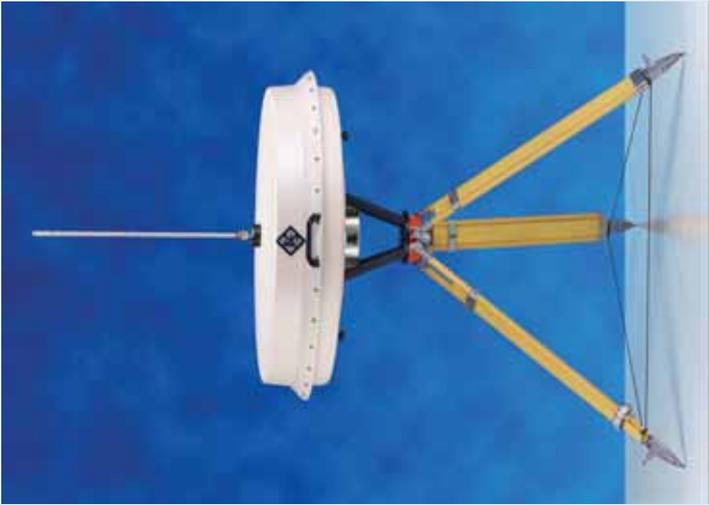
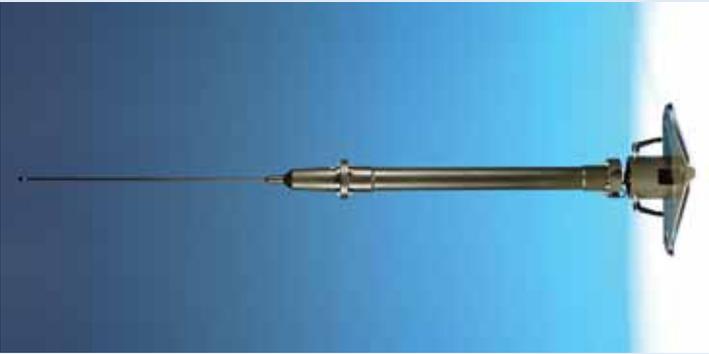
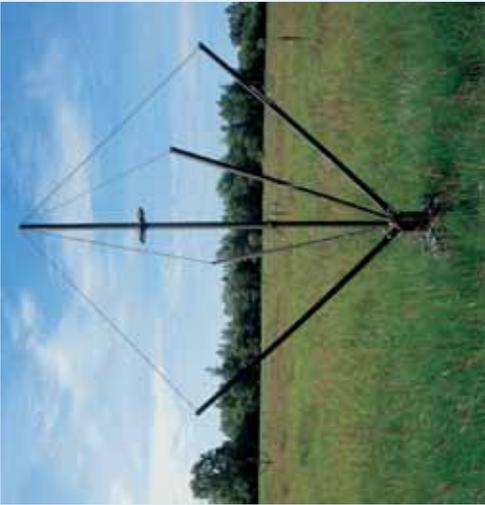


Empfindlichkeiten der Peilantennen; Mittelungsdauer 1 s, Peilwertschwankung $<2^\circ$ RMS, Bandbreite 1 kHz



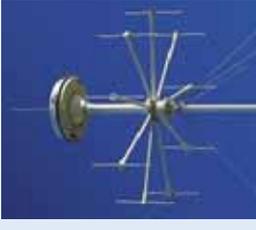
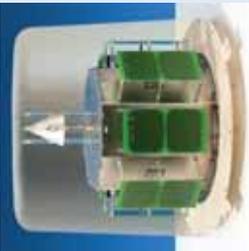
Sämtliche Peilantennen werden auch im Peilantennen-Datenblatt R&S®ADDx vorgestellt

Technische Daten – HF-Antennen

Typ (Bestellnummer)	R&S® ADD119 (4053.6509.02)	R&S® ADD010 (4045.0105.03)	R&S® ADD011 (4045.0005.13)
			
Farbe	RAL 1015	RAL 6014	RAL 6014
Einsatzbereich	mobil, schneller Suchbetrieb für Bodenwellen und flach einfallende Raumwellen	semi-mobil und stationär, Erhebungswinkel der Signale $\leq 50^\circ$, SSL eingeschränkt möglich	stationär, Erhebungswinkel der Signale $\leq 85^\circ$, SSL möglich
Frequenzbereich	(0,3 MHz) 1 MHz bis 30 MHz, unterhalb 1 MHz mit eingeschränkter Empfindlichkeit und Genauigkeit		
Antennentyp	1 Kreuzrahmen und 1 aktiver Dipol	aktive 9-Elemente-Kreisgruppe aus Stabantennen	aktive 9-Elemente-Kreisgruppe aus Kreuzrahmenantennen
Auswerteverfahren	Watson-Watt	Korrelation	Korrelation
Polarisation	vertikal	vertikal	vertikal, horizontal, zirkular
Peilfehler ¹⁾	2° RMS	1° RMS	1° RMS
Empfindlichkeit	typ. 4 $\mu\text{V/m}$ bis 2,5 $\mu\text{V/m}$ (2° Schwankung, 1 kHz Bandbreite, 1 s Mittelungsdauer)	typ. 1 $\mu\text{V/m}$ bis 0,2 $\mu\text{V/m}$ (2° Schwankung, 1 kHz Bandbreite, 1 s Mittelungsdauer)	typ. 1 $\mu\text{V/m}$ bis 0,2 $\mu\text{V/m}$ (2° Schwankung, 1 kHz Bandbreite, 1 s Mittelungsdauer)
Stromversorgung	über Peilgerätesatz	über serienmäßig integriertes Netzteil	über serienmäßig integriertes Netzteil
Abmessungen (ca.)	\varnothing 1100 mm x Höhe 232 mm	Antennenkreis: \varnothing 50 m, Stabantennenhöhe: 2 m	Antennenkreis: \varnothing 50 m, Kreuzrahmenhöhe: 3,5 m inkl. Dreibein
Gewicht (ca.)	25 kg	Einzelelement mit Bodenplatte: 14 kg, Netzwerk: 22 kg	Einzelelement mit Bodenplatte: 32 kg, Netzwerk: 22 kg

¹⁾ Messung in reflexionsfreier Umgebung. Der RMS-Fehler wird aus den Peilwerten einer gleichmäßig verteilten Stichprobe über Azimut und Frequenz berechnet.

Technische Daten – VHF/UHF-Antennen

Typ (Bestellnummer)	R&S® ADD153 (4053.0003.02)	R&S® ADD050 (4041.4006.02)	R&S® ADD053 (4062.8800.02)	R&S® ADD070 (4043.4003.02/.12) ²⁾	R&S® ADD070M (4059.6000.02)	R&S® ADD170 (4055.7502.12)
						
Farbe	RAL 1015	RAL 1015	RAL 1015	RAL 1015	RAL 1015	RAL 1015
Einsatzbereich	VHF/UHF, mobil und stationär	VHF, stationär, insbesondere bei Mehrwellenausbreitung erhöhte Genauigkeit	VHF/UHF, stationär, Kombination von R&S®ADD153 und R&S®ADD050	UHF, stationär, Montage auf demselben Antennenmast wie VHF/UHF-Antennen unterhalb von diesen möglich	UHF, mobil	Mobile Peilung in den GSM-Bereichen
Frequenzbereich	20 MHz bis 1300 MHz	20 MHz bis 200 MHz	20 MHz bis 1300 MHz	1300 MHz bis 3000 MHz	1300 MHz bis 3000 MHz	800 MHz bis 2000 MHz
Antennentyp	9 aktive Antennenelemente im Raddom	aktive 9-Elemente-Kreisgruppe	2 x aktive 9-Elemente-Kreisgruppe	8-Elemente-Kreisgruppe	8-Elemente-Kreisgruppe	8-Elemente-Kreisgruppe mit Mittelantenne
Auswerteverfahren	Korrelation	Korrelation	Korrelation	Korrelation	Korrelation	Korrelation
Polarisation	vertikal	vertikal	vertikal	vertikal	vertikal	vertikal
Peilfehler ¹⁾	2° RMS (20 MHz bis 200 MHz) 1° RMS (200 MHz bis 1300 MHz)	1° RMS	1° RMS	2° RMS	2° RMS	2° RMS
Empfindlichkeit	typ. 8 µV/m bis 0,5 µV/m (2° Schwankung, 1 kHz Bandbreite, 1 s Mittelungsdauer)	typ. 2,5 µV/m bis 1 µV/m (2° Schwankung, 1 kHz Bandbreite, 1 s Mittelungsdauer)	typ. 0,5 µV/m bis 1 µV/m (2° Schwankung, 1 kHz Bandbreite, 1 s Mittelungsdauer)	typ. 3 µV/m bis 10 µV/m (2° Schwankung, 1 kHz Bandbreite, 1 s Mittelungsdauer)	typ. 3 µV/m bis 10 µV/m (2° Schwankung, 1 kHz Bandbreite, 1 s Mittelungsdauer)	typ. 5 µV/m bis 10 µV/m (2° Schwankung, 1 kHz Bandbreite, 1 s Mittelungsdauer)
Windlast/Windschwerpunkt ohne Eis	bei 188 km/h: 710 N/210 mm	bei 188 km/h: 1700 N/380 mm	bei 188 km/h: 2700 N/800 mm	bei 180 km/h: 200 N/250 mm (Var. 12) bei 200 km/h: 530 N/620 mm (Var. 02)	bei 180 km/h: 199 N/170 mm	bei 180 km/h: 350 N/180 mm
mit 30 mm Eisansatz	bei 162 km/h: 770 N/270 mm	bei 162 km/h: 2800 N/410 mm	bei 162 km/h: 3700 N/690 mm	bei 140 km/h: 210 N/260 mm (Var. 12) bei 176 km/h: 530 N/680 mm (Var. 02)	bei 140 km/h: 160 N/180 mm	bei 140 km/h: 280 N/200 mm
Stromversorgung	über Peilgerätesatz	über Peilgerätesatz, für Kabellänge >20 m evtl. Netzteil R&S® IN061 erforderlich (Näheres dazu auf Anfrage)	über Peilgerätesatz	über Peilgerätesatz	über Peilgerätesatz	über Peilgerätesatz
Abmessungen (ca.)	Ø 1100 mm x Höhe 297 mm (Höhe mit Blitzfangstab: 1327 mm)	Antennenkreis: Ø 3 m, Höhe: 800 mm, mit Blitzfangstab: 3 m	Antennenkreis: Ø 3 m, Höhe: 800 mm, mit Blitzfangstab: 3 m	Ø 340 mm x Höhe 1200 mm (.02) Ø 340 mm x Höhe 492 mm (.12)	Ø 455 mm x Höhe 364 mm	Ø 455 mm x Höhe 393 mm
Gewicht (ca.)	30 kg	70 kg	114 kg	90 kg (.02), 11 kg (.12)	11 kg	11 kg

¹⁾ Messung in reflexionsfreier Umgebung. Der RMS-Fehler wird aus den Peilwerten einer gleichmäßig verteilten Stichprobe über Azimut und Frequenz berechnet.

²⁾ Modell 12: leichte Ausführung für mobilen Einsatz.

Technische Daten – R&S®DDF 01E

Frequenzbereich	0,3 MHz bis 30 MHz
Peilverfahren	Korrelatives Interferometer, Watson-Watt
Bedienung	über grafische Benutzeroberfläche (GUI) auf externem PC mit Windows XP
Geräte-Peilgenauigkeit	0,5° RMS
System-Peilgenauigkeit (im Testgelände) mit R&S®ADD010 oder R&S®ADD011	1° RMS
Anzeige	Azimet-Frequenz-Spektrum, Polardiagramm, Histogramm, Wasserfall, Echtzeit-ZF-Panorama (Bandbreite 20 kHz oder 1 MHz)
Anzeigeauflösung	0,1° oder 1° (wählbar)
Peilempfindlichkeit	0,2 µV/m bis 0,5 µV/m typ. (siehe Diagramm für die HF-Peilantennen Seite 18)
Betriebsarten	SCAN (f-scan, m-scan), SEARCH ¹⁾ , Fixed Frequency Mode (FFM), Wideband Fixed Frequency Mode (WFFM)
FFT-Echtzeitbandbreite	1 MHz 0,5 MHz/0,2 MHz/0,1 MHz zusätzlich mit Option R&S®DDF-HFR
Minimale Signaldauer Korrelatives Interferometer Watson-Watt	2 ms 0,8 ms
Suchgeschwindigkeit für Suchbereiche >1 MHz Korrelatives Interferometer Watson-Watt	bei 5 kHz Auflösung, 100% Kanalbelegung, BT = 4 50 MHz/s (5 kHz Auflösung, mit Berechnung der Elevation) 200 MHz/s (5 kHz Auflösung)
Verarbeitungsgeschwindigkeit Korrelatives Interferometer Watson-Watt	10 000 Kanäle/s (mit Berechnung der Elevation) 40 000 Kanäle/s
Kanalraster (abhängig von der eingestellten FFT-Echtzeitbandbreite)	20 kHz/10 kHz/5 kHz/2 kHz/1 kHz/ 0,5 kHz/0,2 kHz mit Option R&S®DDF-HFR: zusätzlich 0,1 kHz/0,05 kHz/0,02 kHz
Bandbreiten Peilen Demodulation	12 kHz/6 kHz/3 kHz/1,2 kHz/ 0,6 kHz/0,3 kHz/0,12 kHz 20 kHz/12 kHz/10 kHz/6 kHz/ 3,4 kHz/3 kHz/1,2 kHz/0,6 kHz/ 0,3 kHz/0,12 kHz/0,06 kHz
Nachbarkanalunterdrückung ≥10 kHz	80 dB (FFM), 60 dB (SCAN)
Peilbare Modulationsarten	CW, AM, FM, SSB, FSK, PSK
Empfangsbetriebsarten	CW, AM, FM, SSB
Filter-Selektionseigenschaften „Shape Factor“ (60 dB/3 dB)	2,5 (FFM) 3,6 (SCAN)
Dynamikbereich (inkl. AGC)	>120 dB

Linearität IP2 IP3 ²⁾	≥75 dBm ≥32 dBm
Intermodulationsfreier Dynamikbereich Inband Außerband	≥75 dBm typ. ≥90 dBm typ.
Phasenrauschen	<-110 dBc (1 Hz) bei 1 kHz Offset
Impedanz	50 Ω
Frequenzstabilität	1 × 10 ⁻⁷ bei -10 °C bis +55 °C
Frequenzeinstellgenauigkeit	1 Hz
Spiegelfrequenzunterdrückung	>95 dB, 110 dB typ.
ZF-Störfestigkeit	>95 dB, 110 dB typ.
MTBF R&S®EBD661 R&S®EH110	>28 000 h >60 000 h

1) Erhältlich ab 12/2005.

2) Frequenzabstand zwischen den intermodulierenden Signalen ≥30 kHz. Bei Messungen mit größeren Frequenzabständen sind höhere Werte erreichbar.

Technische Daten – R&S®DDF 05E

Frequenzbereich	20 MHz bis 3000 MHz
Peilverfahren	Korrelatives Interferometer, Watson-Watt
Bedienung	über grafische Benutzeroberfläche (GUI) auf externem PC mit Windows XP
Geräte-Peilgenauigkeit	0,5° RMS
System-Peilgenauigkeit (im Testgelände) mit R&S®ADD053 mit R&S®ADD070	1° RMS 2° RMS
Anzeige	Azimet-Frequenz-Spektrum, Polardiagramm, Histogramm, Wasserfall, Echtzeit-ZF-Panorama (Bandbreite 100 kHz oder 2 MHz)
Anzeigeauflösung	0,1° oder 1° (wählbar)
Peilempfindlichkeit 20 MHz bis 1300 MHz 1300 MHz bis 3000 MHz	0,5 µV/m bis 1 µV/m typ. 3 µV/m bis 10 µV/m typ. (siehe Diagramm für V/UHF-Peilantennen Seite 18)
Betriebsarten	SCAN (f-scan, m-scan), SEARCH, Fixed Frequency Mode (FFM), Wideband Fixed Frequency Mode (WFFM)
FFT-Echtzeitbandbreite	2 MHz 1 MHz/0,5 MHz/0,2 MHz/0,1 MHz zusätzlich mit Option R&S®DDF-HFR
Minimale Signaldauer Korrelatives Interferometer	500 µs
Suchgeschwindigkeit für Suchbereiche >2 MHz Korrelatives Interferometer	Bei 25 kHz Auflösung, 100% Kanalbelegung, BT=4 250 MHz/s
Verarbeitungsgeschwindigkeit Korrelatives Interferometer	10 000 Kanäle/s
Kanalraster (abhängig von der eingestellten FFT-Echtzeitbandbreite)	100 kHz/50 kHz/25 kHz/20 kHz/ 12,5 kHz/10 kHz/8,33 kHz/5 kHz/ 2 kHz/1 kHz mit Option R&S®DDF-HFR: zusätzlich 1 kHz/0,5 kHz/0,2 kHz/0,1 kHz/ 0,05 kHz/0,02 kHz
Bandbreiten Peilen	60 kHz/30 kHz/15 kHz/12 kHz/ 7,5 kHz/6 kHz/5 kHz/3 kHz/1,2 kHz/ 0,6 kHz
Demodulation	150 kHz/60 kHz/30 kHz/15 kHz/ 12 kHz/7,5 kHz/5 kHz/3 kHz/ 1,2 kHz/0,6 kHz
Nachbarkanalunterdrückung ≥10 kHz	80 dB (FFM), 60 dB (SCAN)
Peilbare Modulationsarten	CW, AM, FM, SSB, FSK, PSK
Empfangsbetriebsarten	CW, AM, FM, SSB

Filter-Selektionseigenschaften „Shape Factor“ (60 dB/3 dB)	2,5 (FFM) 3,6 (SCAN)
Dynamikbereich (inkl. AGC)	>120 dB
Linearität IP2 IP2 IP3 ¹⁾ IP3 ²⁾	≥50 dBm 63 dBm typ. ≥18 dBm 22 dBm typ.
Intermodulationsfreier Dynamikbereich Inband Außerband	≥75 dBm typ. ≥90 dBm typ.
Phasenrauschen	<-116 dBc (1 Hz) bei 10 kHz Offset
Impedanz	50 Ω
Frequenzstabilität	1 × 10 ⁻⁷ bei -10 °C bis +55 °C
Frequenzeinstellgenauigkeit	1 Hz
Spiegelfrequenzunterdrückung	>90 dB, 110 dB typ.
ZF-Störfestigkeit	>95 dB, 110 dB typ.
MTBF R&S®EBD061 R&S®ET550	>28 000 h >25 000 h

- 1) Frequenzabstand zwischen den intermodulierenden Signalen ≥2,2 MHz.
2) Frequenzabstand zwischen den intermodulierenden Signalen >50 MHz.

Allgemeine Daten

(gültig für R&S®DDF01E, R&S®DDF05E und R&S®DDF06E)

	R&S®EBD061	R&S®EH110	R&S®ET550
Betriebstemperaturbereich	-10 °C bis +55 °C gemäß DIN EN 60068-2-1, DIN EN 60068-2-2, MIL-STD-810E Methode 501.3/502.3		
Lagertemperaturbereich	-40 °C bis +71 °C gemäß DIN EN 60068-2-1, DIN EN 60068-2-2, MIL-STD-810E Methode 501.3/502.3		
Feuchtigkeit	max. 80 % zykl. 25 °C/40 °C gemäß DIN EN 60068-2-30 max. 95 % relative Feuchtigkeit, ohne Kondensation gemäß MIL-STD-810E Methode 507.3, ohne zyklische Betauung		
Stoßbelastung	30 g, 11 ms Halbsinus gemäß DIN EN 60068-2-27 40 g Schock-Spektrum, 45 Hz bis 200 Hz gemäß MIL-STD-810E, Methode 516.4		
Vibration			
Sinus	5 Hz bis 55 Hz, max. 2 g, 55 Hz bis 150 Hz, 0,5 g konst., 12 min/(3)Achse gemäß DIN EN 60068-2-6		
Random	10 Hz bis 500 Hz, 1,9 g (RMS), 30 min/(3)Achse gemäß DIN EN 60068-2-64		
EMV	30 MHz bis 1000 MHz, 30/37 dBµV/m, Feldstärke (Emission) gemäß EN 55022 0,15 MHz bis 30 MHz, Klasse B Störspannung auf Hochspannungsleitungen gemäß EN 55022 0 Hz bis 2 kHz Störstrom auf Hochspannungsleitungen gemäß EN 61000-3-2 ±8 kV/±4 kV statische Entladung gemäß EN 61000-4-2 80 MHz bis 1000 MHz, 10 V/m Feldstärke (Immunität) gemäß EN 61000-4-3 ±2 kV/±1 kV transient Burst am Netz-/Signalanschluss (Immunität) gemäß EN 61000-4-4 ±2 kV/±1 kV Burst (Immunität) gemäß EN 61000-4-5 0,15 MHz bis 80 MHz, 10 V unmod./mod. 80 % AM (1 kHz) auf den Leitungen gemäß EN 61000-4-6 10 ms/30 %, 100 ms/60 % Spannungsrückgang, 5 s Spannungsunterbrechung auf den Netzleitungen gemäß EN 61000-4-11		
Stromversorgung	100 V bis 230 V AC, +10 %/-12 %, 47 Hz bis 63 Hz		
Elektrische Sicherheit (gemäß EN 61010, VDE0411)	max. 350 VA, typ. 250 VA	max. 150 VA, typ. 120 VA	max. 200 VA, typ. 180 VA
Abmessungen (B × H × T)	436 mm × 192 mm × 460 mm (19" × 4 HE)		
Gewicht	ca. 15 kg	ca. 16 kg	ca. 18 kg

Bestellangaben

Bestellbezeichnung	Typ	Bestellnummer
Digitaler HF-Überwachsungspeiler	R&S®DDF01E	4059.9600.02
Digitaler VHF/UHF-Überwachsungspeiler	R&S®DDF05E	4059.9700.02
Digitaler HF/VHF/UHF-Überwachsungspeiler	R&S®DDF06E	4059.9800.02
Antennen (siehe Datenblatt)	R&S®ADDx	siehe Tabellen Seite 19 und 20
Optionen		
Master-Slave-Handover	R&S®RA-MSH	3020.9690.02
LF-Frequenzerweiterung	R&S®DDF-LF	4060.0348.02
GSM-Erfassung	R&S®DDF-GSM	4059.9951.02
Synchrones Scannen	R&S®DDF-TS	4060.0290.02
Rohdatenspeicherung	R&S®DDF-DR	4060.0390.02
Vorklassifikator	R&S®DDF-CL	4059.9900.02
Single Station Locator für HF	R&S®DDF-SSL	3020.8864.02
Fernsteuererweiterung	R&S®DDFE-REM	3020.8841.02
Geografische Informationssoftware	R&S®MapView	4046.1105.02
HF-Frequenzerweiterung für den R&S®DDF05E	R&S®DDFE-HF	auf Anfrage
Erhöhung der Frequenzauflösung	R&S®DDF-HFR	auf Anfrage
Service-Kit zur Wartung und Fehlersuche	R&S®DDF-SK	4060.0454.02

Die Peiler der Familie R&S®DDF0xE lassen sich selbstverständlich in R&S®ARGUS- und R&S®RAMON-Systeme (R&S®RAMON mit der Ortungssoftware R&S®MONLOC und R&S®SCANLOC) integrieren. Näheres hierzu auf Anfrage.



Weitere Informationen unter
www.rohde-schwarz.com
(Suchbegriff: DDF0xE)



ROHDE & SCHWARZ

www.rohde-schwarz.com

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG - Mühlendorfstraße 15 - 81671 München - Postfach 801469 - 81614 München - Tel. (089) 4129-0
CustomerSupport: Tel. +491805124242, Fax +(089) 4129-13777, E-Mail: CustomerSupport@rohde-schwarz.com