

R&S® EB500

Funkerfassungsempfänger

Leistungsstark und kompakt



R&S®EB500 Funkerefassungsempfänger Auf einen Blick

Der R&S®EB500 Funkerefassungsempfänger wurde speziell für die Signalsuche, Funküberwachung, Funkerefassung und das Spektrum-Monitoring in leistungsstarken und kompakten Systemen entwickelt. Die geringe Baugröße bei gleichzeitig hoher Leistungsfähigkeit und energiesparendem Design machen den Empfänger zum perfekten Werkzeug für den Einsatz in der Funküberwachung. Er misst ITU-konform und erfüllt spezielle Anforderungen von Behörden mit Sonderaufgaben. Im stationären beziehungsweise fahrzeuggestützten Einsatz lässt sich der Empfänger über die Frontplatte bedienen oder über LAN fernsteuern.

Der R&S®EB500 zeichnet sich durch seinen weiten Empfangsfrequenzbereich (8 kHz bis 6 GHz), hervorragende Empfangseigenschaften, 20-MHz-Echtzeitbandbreite und ein Höchstmaß an Funktionalität aus.

Die aufwändigen Vorselektionsstufen ermöglichen den direkten Betrieb des Empfängers an einer breitbandigen Monitoring-Antenne. Insbesondere bei der Präsenz vieler pegelstarker Signale ist dies ein Betriebsszenario, das spezielle Vorkehrungen bezüglich Großsignalfestigkeit bei gleichzeitig hoher Empfindlichkeit erfordert.

Ein Upgrade-Kit erweitert den Funkerefassungsempfänger zu einem Einkanalpeiler mit herausragender Leistungsfähigkeit.

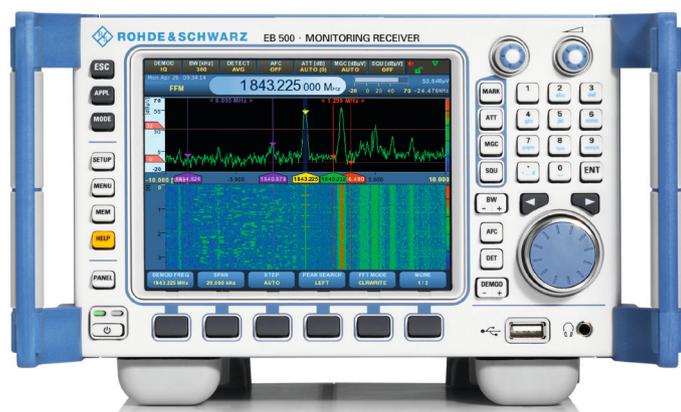
Alle Ergebnisse sind über die LAN-Schnittstelle des Empfängers verfügbar, zum Beispiel:

- ▀ Spektren (Echtzeit- und Scanbetrieb)
- ▀ Wasserfall (Spektrogramm)
- ▀ Demodulierte Audioinformation
- ▀ Pegelmessdaten
- ▀ I/Q-Basisbanddaten

Hauptmerkmale

- ▀ Durchführung ITU-konformer Messungen und Anwendungen bei Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)
- ▀ Weiter Empfangsfrequenzbereich: 8 kHz bis 6 GHz (Grundgerät: 20 MHz bis 3,6 GHz)
- ▀ 20-MHz-Echtzeitbandbreite
- ▀ Umfangreiches Optionsangebot zur Erweiterung der Leistungsfähigkeit
- ▀ Vielfältige Darstellung der Ergebnisse
- ▀ Einbindung in kundenspezifische Softwarepakete von Drittlieferanten dank frei verfügbarer und dokumentierter Fernsteuerschnittstelle und Datenformate
- ▀ Interne Aufzeichnung und erneutes Abspielen von Spektren und Wasserfalldaten (für Empfänger mit Frontplattenbedienung bzw. bei extern installierter R&S®ESMD-GUI-Software)
- ▀ Kartendarstellung mit GPS-Positionsanzeige (für Empfänger mit Frontplattenbedienung bzw. bei extern installierter R&S®ESMD-GUI-Software)

R&S®EB500 mit Display.



R&S®EB500 ohne Display.



R&S®EB500

Funkerfassungsempfänger

Applikationen

Interferenzsuche im Flugfunkband (ATC)

- Schnelles Finden und Eliminieren von Störsignalen zur Aufrechterhaltung des sicherheitsrelevanten Flugfunks
- Erfassung des gesamten Flugfunkbandes (ca. 20 MHz) innerhalb des Echtzeitspektrums
 - Einfaches Auffinden gepulster, frequenzwechselnder oder sporadischer Störer
- Mithören einzelner belegter Kanäle zur Prüfung auf einwandfreie Audioübertragung mittels Frequenzscan

▷ [Seite 7](#)

Absetzempfang im Systemverbund

- Paralleles Demodulieren mehrerer Schmalbandsignale und gleichzeitig breitbandiges Absuchen des Spektrums
- Übergabe eines Signals vom Suchempfänger zum Absetzempfang

▷ [Seite 8](#)

ITU-konforme Funküberwachung im landesweiten Systemverbund

- Vernetzung der Funküberwachungsknoten ziviler Regierungsbehörden, z.B. mit R&S®ARGUS und passenden Optionen
- Automatische Identifikation von Abweichungen zwischen spektralem Ist/Soll-Stand
- Geführte Messungen mit R&S®ARGUS – auch für ungeübte Anwender
- Audiodemodulation und -verarbeitung

▷ [Seite 9](#)

Funküberwachung für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)

- Vernetzung mehrerer Empfangsstationen im temporären Systemverbund, z.B. mit R&S®RAMON und passenden Optionen
- Mehrempfängerkonzept: Paralleles Suchen, Finden und Produzieren von Inhalt
- Kontrolle von einem zentralen Leitstand aus zur Sicherung des Einsatz Erfolges von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)

▷ [Seite 10](#)

Signalanalyse eines Kommunikationskanals mit unbekanntem Inhalt

- Online-Signalanalyse mit Live Stream über LAN-Schnittstelle, z.B. mit R&S®CA100 und passenden Optionen
 - Klassifizierung und Signalanalyse
 - Erkennung von Modulationsart und Übertragungsqualität (Augendiagramm)
 - Ermitteln des Signalinhalts durch Bitstromanalyse
- Offline-Signalanalyse an Aufzeichnungen

▷ [Seite 11](#)

R&S®EB500

Funkerfassungsempfänger

Wesentliche Merkmale und Vorteile

Empfangsfrequenzbereich von 8 kHz bis 6 GHz

- Ein Funkerfassungsempfänger für „alle“ Frequenzen
- Grundgerät: 20 MHz bis 3,6 GHz
 - R&S®EB500-HF: Option zur Erweiterung für den HF-Signalempfang ab 8 kHz
 - R&S®EB500-FE: Option zur Erweiterung für den SHF-Signalempfang bis 6 GHz
- Gleiche Baugröße auch bei voller Frequenzbereichsbestückung (½ 19"-Breite, 3 HE)

▷ Seite 12

Integrierter Antennenschalter

- Zwei separate Eingänge für HF (1) und HF/VHF/UHF/SHF (1)
- Automatische Umschaltung zwischen den Antennen in Abhängigkeit von der gewählten Frequenz, auch während des Scanbetriebs

▷ Seite 12

Leistungsfähige Vorselektion: großsignalfest und hochempfindlich

- Zuverlässiger Schutz vor Übersteuerung bei starken Signalen
- Beste Empfindlichkeit durch Vorverstärkerstufe mit hohem Gewinn
- Perfekter Funkerfassungsempfänger für alle Signalszenarien durch großen Dynamikbereich
- Reibungsloser Betrieb, z.B. an einer breitbandigen Empfangsantenne (verantwortlich für hohe Signalsummenlast am Empfängereingang)

▷ Seite 12

FFT-Signalverarbeitung mit 20-MHz-Echtzeitbandbreite

- Echtzeitspektrum zur Erfassung gepulster oder frequenzwechselnder Signale
- Feine Frequenzauflösung und hohe Empfindlichkeit durch FFT-Signalverarbeitung
- Höchste Verarbeitungsgeschwindigkeit durch FPGA-Implementierung bei gleichbleibend feiner Auflösung und Empfindlichkeit

▷ Seite 13

Extrem schneller Spektralscan (Panoramascan) über gesamten Frequenzbereich

- Option R&S®EB500-PS: Extrem schneller FFT-Scan
- Zur schnellen spektralen Übersicht bei gleichzeitig feiner Auflösungsbandbreite
- Kombination mit Wasserfalldarstellung möglich
- Optimal zur Eingrenzung des interessierenden Frequenzbereichs bei unbekannter Ausgangslage

▷ Seite 14

Wasserfalldarstellung für Rückblick in Signalvergangenheit

- Dreidimensionale Darstellung des Spektrums über Frequenz, Zeit und farblich codiertem Signalpegel
- History-Mode-Funktion für schnelles Anhalten des Wasserfalls und Anzeige eines vergangenen Spektrums
- Optisch herausragende Darstellung gepulster oder frequenzwechselnder Signale
- Einstellbare Zeitauflösung des Wasserfalls (Geschwindigkeit)

▷ Seite 14

Aufzeichnung von Spektren und Wasserfalldaten und erneutes Abspielen der Ergebnisse

- Aufzeichnen von Spektren und Wasserfalldaten, z.B. auf USB-Stick
- Erneutes Abspielen des aufgezeichneten Inhalts zur detaillierten Evaluierung der Signale im Spektrum
- Identische Empfänger- und Parametereinstellungen für Aufzeichnungs- und Wiedergabebetrieb
- Für Empfänger mit Frontplattenbedienung bzw. bei extern installierter R&S®ESMD-GUI-Software

▷ Seite 15

Kartendarstellung mit GPS-Positionsanzeige

- Kartendarstellung des aktuellen Empfängerstandortes
- Anzeige aufgezeichneter Ergebnisse (z.B. Spektren) wählbar, relativ zu einer Ortsposition
- OpenStreetMap-(OSM)-basiertes Kartenmaterial
- Für Empfänger mit Frontplattenbedienung bzw. bei extern installierter R&S®ESMD-GUI-Software

▷ Seite 15

Polychromspektrum zur Unterscheidung überlagerter gepulster Signale

- ▮ Darstellung des Zeitverhaltens (Auftrittshäufigkeit) gepulster Signale mittels Farbcodierung (für alle Echtzeitbandbreiten)
- ▮ Durch Nutzer einstellbare Häufigkeitsschwelle
- ▮ Getrennte Darstellung gepulster Signale (in Frequenz, Zeit und Pegel überlagert)

▷ Seite 16

Videospektrum zur Anzeige von Unterträgern und Übertragungsraten

- ▮ Spektralanzeige des demodulierten Signals
- ▮ Deutliche Darstellung von Unterträgern, z.B. 19 kHz Pilotton
- ▮ Quadriertes Videospektrum zur Abschätzung der Übertragungsrate (Baudrate) eines digital modulierten Signals
- ▮ Kombination mit Wasserfalldarstellung möglich

▷ Seite 17

Parallele Signalverarbeitung von Spektralfad und Demodulationsfad

- ▮ Zwei parallele Signalverarbeitungszüge für Spektrum und Demodulation
- ▮ Unterbrechungsfreie Demodulation bei gleichzeitiger Anzeige von Echtzeitspektrum und Wasserfalldarstellung
- ▮ Kontinuierlicher I/Q-Basisbanddatenstrom für Signalanalysezwecke
- ▮ Bandbreite und Mittenfrequenz unabhängig voneinander einstellbar

▷ Seite 18

Pegelmessung mit „echtem“ Breitbanddetektor

- ▮ Breitbandige Pegelmessungen bis 20-MHz-Bandbreite für moderne, digital modulierte Signale

▷ Seite 19

Frequenzscan und Memoryscan für Audiodemodulation auf wechselnden Kanälen

- ▮ Frequenzscan: Kontinuierliches Scannen benachbarter Kanäle, automatisches Demodulieren von Kanälen mit Pegel über Squelch, z.B. im ATC-Band
- ▮ Memoryscan: Scannen mehrerer unterschiedlicher Funkdienste mit variabler Schrittweite und Demodulationsart
- ▮ Komfortable Suche nach aktiven Signalen und schnelle Verfügbarkeit des Audioinhalts

▷ Seite 19

3+1-Empfänger in einem Gerät

- ▮ Option R&S®EB500-DDC: Drei zusätzliche Demodulationskanäle
- ▮ Insgesamt vier „Softwareempfänger“ in einem Gerät durch vier Demodulationskanäle (innerhalb der Echtzeitbandbreite beliebig platzierbar)
- ▮ Ausgabe demodulierter Daten als separate Datenströme über LAN-Schnittstelle

▷ Seite 20

Ethernet-Schnittstelle zur Fernsteuerung und/oder Datenübertragung

- ▮ Eine 1-Gbit-Ethernet-LAN-Schnittstelle zur Empfängerfernsteuerung und Ergebnisverarbeitung mittels Systemsoftware von Rohde&Schwarz (z.B. R&S®ARGUS, R&S®RAMON, R&S®CA100)
- ▮ Flexible Programmierung und Datenverarbeitung, auch mit eigenem Softwarepaket, durch dokumentierte Schnittstellenbeschreibung

▷ Seite 20

Fernsteuern des Empfängers und Datenaufzeichnung

- ▮ R&S®EB500-Control Softwarepaket zum Fernsteuern der Empfängerfunktionen über 1-Gbit-LAN-Schnittstelle
- ▮ Dokumentation der Ergebnisdaten auf PC (z.B. Spektren oder Audioinhalte), auch zum erneuten Abspielen aufgezeichneter Daten für Offline-Untersuchungen

▷ Seite 21

ITU-konforme Messungen im Empfänger

- ▮ Option R&S®EB500-IM: Messung von Signalparametern an AM-, FM- und PM-modulierten Signalen gemäß ITU-Empfehlung (z.B. Modulationsindex, belegte Bandbreite oder Phasenhub)
- ▮ Messungen an digital modulierten Signalen mit R&S®CA100IS Software und passenden Optionen im Offline-Modus (gemäß ITU-Empfehlung SM1600)

▷ Seite 22

Erkennen von Selektivrufdiensten

- ▮ Option R&S®EB500-SL: Erkennen audiobasierter Selektivrufe und Auflistung empfangener Selektivrufstandards
- ▮ Filterung nach relevanten Standards möglich

▷ Seite 23

Betrieb an einer Gleichstromquelle, zum Beispiel Fahrzeugbatterie

- ▮ Gleichstromversorgung (10 V bis 32 V DC) des Empfängers
- ▮ Platzsparende Fahrzeuginstallation möglich

▷ Seite 23

Systemzeitabgleich mittels NTP-Server

- ▮ Zeit- und Datumssynchronisierung mittels NTP-Server zur gleichzeitigen Ansteuerung mehrerer Empfänger im Systemverbund
- ▮ Vergleich von an unterschiedlichen Stationen empfangenen Messergebnissen möglich

▷ [Seite 23](#)

„TDOA ready“ durch hochgenaue Zeitstempel, Frequenz- und Zeitsynchronisierung durch GPS

- ▮ Option R&S®EB5-EGT: Frequenz- und Zeitsynchronisierung des Empfängers mit externem GPS-Modul
- ▮ Hochgenaue Zeitstempel im I/Q-Basisbanddatenstrom, optimal zur Verwendung in TDOA-Systemen

▷ [Seite 24](#)

Upgrade-Kit zu Einkanalpeiler

- ▮ Option R&S®EB500-DF: Aufrüstung zu einem Einkanalpeiler
- ▮ Peilung von Signalen im Frequenzbereich bis 6 GHz
- ▮ Verlässliche Peilerggebnisse selbst in schwieriger Umgebung (z.B. in Städten mit bis zu 50% Reflexionen)
- ▮ Parallele Peilung aller Emissionen innerhalb der 20-MHz-Echtzeitbandbreite

▷ [Seite 25](#)

Dokumentation der Kalibriermesswerte

- ▮ Option R&S®EB500-DCV: Dokumentation der Kalibriermesswerte mit Prüfprotokoll des Fertigungsendtests zur jeweiligen Geräteseriennummer
- ▮ Inklusive Kalibrierenaufkleber für das Gerät

▷ [Seite 25](#)

Interferenzsuche im Flugfunkband (ATC)

Schnelles Finden und Eliminieren von Störsignalen zur Aufrechterhaltung des sicherheitsrelevanten Flugfunks

Das ATC-Flugfunkband beinhaltet den vollständigen sicherheitskritischen Funkverkehr zur Kontrolle der nationalen und internationalen Flugbewegungen. Störungen in diesem, circa 20 MHz breiten Frequenzspektrum, können schnell zu kritischen Situationen im Flugverkehr führen. Daher ist eine kontinuierliche Überwachung dieses Frequenzbereichs notwendig, um zum Beispiel unerlaubte Aussendungen oder Breitbandinterferenzen zeitnah zu entdecken und zu beseitigen.

Erfassung des gesamten Flugfunkbandes (ca. 20 MHz) innerhalb des Echtzeitspektrums

Der R&S®EB500 ist mit seiner 20 MHz breiten Echtzeitverarbeitung dafür prädestiniert, das ATC-Band dauerhaft zu überwachen. Auch kurz sendende Emitter (z.B. PTT-Sprechfunkgeräte) oder schnell die Frequenz wechselnde Signale (z.B. bei hoppelnden Datenmodems) sind mit der Kombination „Echtzeitspektrum und Wasserfalldarstellung“ einfach zu finden. Sporadisch auftretende Breitbandstörungen (verursacht z.B. von defekten Großbildleinwänden) werden im Wasserfalldiagramm deutlich dargestellt und zeigen dem Bediener komfortabel und schnell, welches Interferenzproblem aktuell zu bearbeiten ist.

Mithören einzelner belegter Kanäle zur Prüfung auf einwandfreie Audioübertragung mittels Frequenzscan

Der im Lieferumfang enthaltene Frequenzscan überwacht alle ATC-Kanäle kontinuierlich auf Aussendungen. Wird eine Kanalbelegung erkannt (Pegel über Rauschsperr), verweilt der Empfänger für die eingestellte Zeit auf diesem Kanal und gibt die demodulierte Audioinformation aus. Der Anwender prüft damit schnell und einfach, ob hörbare Störungen auf einem oder mehreren Kanälen vorhanden sind und leitet dann entsprechende Gegenmaßnahmen ein.

Interferenzen im Funkverkehr, z.B. an Flughäfen, stören nicht nur den Betriebsablauf – sie gefährden unter Umständen auch Menschenleben.



Absetzempfänger im Systemverbund

Paralleles Demodulieren mehrerer Schmalbandsignale und gleichzeitig breitbandiges Absuchen des Spektrums

Mehrere R&S®EB500 werden im Systemverbund mit einem schnellen und leistungsfähigen Suchempfänger (z.B. R&S®ESMD) betrieben. Der Absetzempfänger (R&S®EB500) demoduliert Signale und produziert Audio- oder I/Q-Datenströme, während der schnelle und hochempfindliche Suchempfänger bereits nach weiteren Signalen sucht. Pro parallel zu bearbeitendem Signal ist ein separater Absetzempfänger notwendig.

Übergabe eines Signals vom Suchempfänger zum Absetzempfänger

Die Übergabe eines Signals vom R&S®ESMD (Suchempfänger) zu einem R&S®EB500 (Absetzempfänger) erfolgt zum Beispiel über die R&S®RAMON Funkerfassungssoftware vom Arbeitsplatz des Bedieners aus. Der große Vorteil dieser Systemkonfiguration besteht darin, dass die schnelle Signalsuche über ein weites Frequenzszenario und die schmalbandige Produktion mehrerer Audio- beziehungsweise I/Q-Datenströme gleichzeitig erfolgen. Dies ermöglicht dem Bediener, in kürzester Zeit ein optimales Funkerfassungsergebnis zu erzielen.

Systemverbund: zusammen mit einem R&S®ESMD können
mehrere R&S®EB500 betrieben werden.



ITU-konforme Funküberwachung im landesweiten Systemverbund

Vernetzung der Funküberwachungsknoten ziviler Regulierungsbehörden

Gemäß ITU-Vorgaben durchgeführte Funküberwachungsaufgaben der zivilen Regulierungsbehörden erfordern eine Vernetzung aller zur Verfügung stehenden Empfangsknoten. Hierbei wird sowohl auf stationäre als auch auf fahrzeuggestützte Funkerfassungsstationen zurückgegriffen. Die Vernetzung und Fernsteuerung kleiner regionaler Netze sowie landesweiter Funküberwachungssysteme erfolgt zum Beispiel mit der R&S®ARGUS Monitoring Software. Dadurch wird ein schnelles und effizientes Auffinden von Störungen und deren Beseitigung im immer dichter genutzten Frequenzspektrum möglich (z.B. Polizeifunk, UKW-Radio, Flugfunk, DECT, BOS, Mobiltelefone oder WLAN).

Nur durch dieses andauernde und vernetzte Monitoring kann ein reibungsloser Ablauf im dichten Funkverkehr sichergestellt werden.

Automatische Identifikation von Abweichungen zwischen spektralem Ist/Soll-Stand

Mit der automatischen Identifikation spektraler Ist-Abweichungen zu einer definierten Soll-Maske werden Unterschiede im zugewiesenen Signalszenario schnell und komfortabel erkennbar. Befindet sich einer der Messparameter außerhalb des definierten Wertebereichs, generiert die Software R&S®ARGUS umgehend und automatisch eine Alarmmeldung. Diese Art der Parameteridentifizierung ist nutzerfreundlich und ITU-konform und dient beispielsweise zur Identifizierung von Störsignalen, zum Erkennen unlizenzierter Aussendungen oder zur Prüfung auf lizenzkonforme Ausstrahlung.

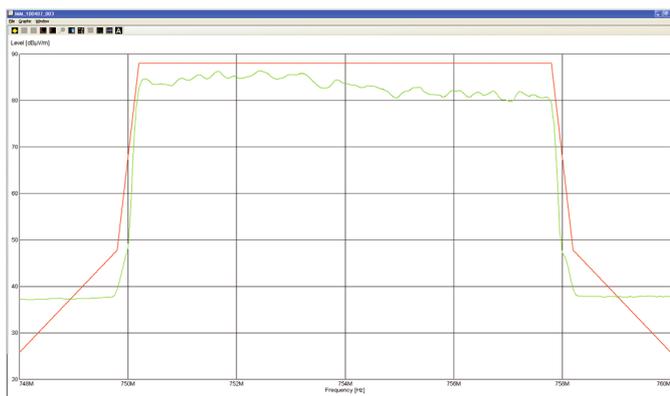
Geführte Messungen mit R&S®ARGUS – auch für ungeübte Anwender

Eine Besonderheit von R&S®ARGUS ist die Funktion „unterstützte Messung“. Der Nutzer wählt eine Messaufgabe (z.B. Feldstärkemessung oder belegte Bandbreite), und R&S®ARGUS konfiguriert automatisch die passenden Parameter des ausgewählten Funkerfassungsempfängers. Die Empfangsantenne wird entsprechend des gewählten Frequenzbereichs und der notwendigen Polarisation ebenfalls automatisch gewählt. Diese komfortable Funktion ermöglicht auch ungeübten Nutzern den effektiven Einsatz des R&S®EB500 Funkerfassungsempfängers.

Audiodemodulation und -verarbeitung

Der empfangene und demodulierte Audioinhalt wird aufgezeichnet beziehungsweise online über den Lautsprecher am Bedienplatz ausgegeben. So ist sichergestellt, dass unterschiedliche Stationen dasselbe Signal überwachen. Die Auswirkung einer Störung auf einen audioübertragenden Nutzkanal wird ebenfalls dokumentiert.

Spektrum eines DVB-T-Senders, mit einer Prüfmaske überlagert.



Funküberwachung für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)

Vernetzung mehrerer Empfangsstationen im temporären Systemverbund

Örtlich begrenzte Funkerfassungsaufgaben mit wechselndem oder ortsfestem Zentrum bedingen eine flexible Gestaltung der Monitoring-Stationen. Die R&S®RAMON Funküberwachungssoftware wurde speziell für die Vernetzung von Empfangsstationen im temporären Systemverbund entwickelt. Hiermit wird die optimale Funküberwachung von Zonen sicherheitskritischer Relevanz erreicht, zum Beispiel durch Sammeln von Spektren oder demoduliertem Audioinhalt.

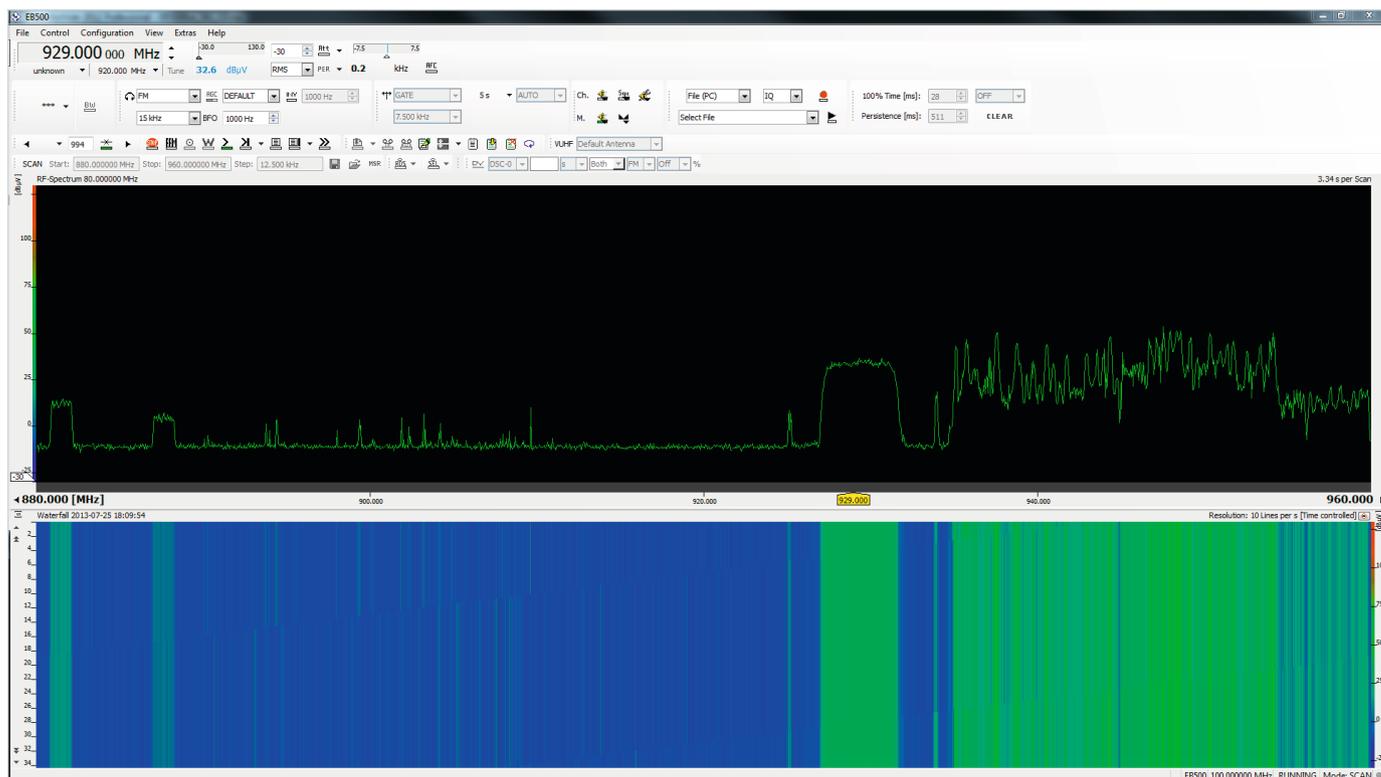
Mehrempfängerkonzept: Paralleles Suchen, Finden und Produzieren von Inhalt

In einem typischen Systemszenario werden häufig ein oder mehrere schnelle Suchempfänger verwendet, die unbekannte Emissionen im Spektrum aufspüren und darstellen. Wird ein relevantes Signal gefunden, erfolgt mittels R&S®RAMON die Übergabe an einen weiteren Empfänger zur Demodulation und Signalanalyse. Diese Empfänger werden dabei parallel betrieben und stehen in höherer Stückzahl im Systemverbund zur Verfügung. Ein Blockieren der schnellen Suchempfänger durch die zeitlich aufwändige Produktion von Dateninhalten entfällt; sie stehen umgehend für die Suche nach neuen Signalen zur Verfügung.

Kontrolle von einem zentralen Leitstand aus zur Sicherung des Einsatzerfolges von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)

Die Software R&S®RAMON ermöglicht die reibungslose Einwahl in unterschiedliche Empfangsknoten von einem zentralen Leitstand aus. So stehen, je nach aktuellem Einsatzszenario, immer die Informationen jenes Empfängers zur Verfügung, der sich am nächsten zur interessierenden Signalquelle befindet. Dies ist besonders bei Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) von großer Bedeutung, da diese häufig auf wechselnde Sender reagieren müssen.

Schneller Spektralscan des GSM900-Bandes mit Max. Hold- und Wasserfalldarstellung (GSM- und LTE-Signale sichtbar).



Signalanalyse eines Kommunikationskanals mit unbekanntem Inhalt

Online-Signalanalyse mit Live Stream über LAN-Schnittstelle

Für die Online-Analyse eines Signalkanals (Breite max. 1 MHz) stellt der R&S®EB500 einen kontinuierlichen I/O-Basisbanddatenstrom über die 1-Gbit-LAN-Schnittstelle zur Verfügung. Die Software R&S®CA100 Signalanalyse und Signalverarbeitung verwendet diesen Datenstrom zur Signalklassifizierung und Signalanalyse an einem externen PC. Dabei werden zum Beispiel Modulationsarten erkannt und die Übertragungsqualität mittels Augendiagramm dargestellt. Die Bitstromanalyse ermöglicht die Extraktion des Nachrichteninhalts aus dem empfangenen Signal.

Ist der Funkerfassungsempfänger mit DDCs ausgerüstet (Option R&S®EB500-DDC), kann die Software R&S®CA100 bis zu drei Signale gleichzeitig verarbeiten.

Offline-Signalanalyse an Aufzeichnungen

Die Software R&S®CA100 kann für eine spätere detaillierte Offline-Analyse ebenfalls Datenpakete auf die Festplatte des PCs speichern. Damit werden komplizierte Signalformen unter verschiedenen Randbedingungen betrachtet, was ein detaillierteres Analyseergebnis entstehen lässt.

Online- und Offline-Signalanalyse vom Augendiagramm bis zum Nachrichteninhalt.



Wesentliche Merkmale und Vorteile

Empfangsfrequenzbereich von 8 kHz bis 6 GHz

Mit seinem weiten Empfangsfrequenzbereich von 8 kHz bis 6 GHz wird der R&S®EB500 zum „Empfänger für alle Frequenzen“. Bei voller Frequenzoptionsbestückung behält er seine mechanische Größe (1/2 19"-Breite, 3 HE) und kann platzsparend als Tischgerät oder im 19"-Einbauschrank (z.B. bei Fahrzeugeinrüstungen) eingesetzt werden.

Folgende Empfangsfrequenzbereiche sind verfügbar:

- Grundgerät: 20 MHz bis 3,6 GHz
- Option R&S®EB500-HF: 8 kHz bis 32 MHz
- Option R&S®EB500-FE: 3,6 GHz bis 6 GHz

Integrierter Antennenschalter

Der im Gerät integrierte Antennenschalter ermöglicht den Betrieb des Empfängers an mehreren Antennen. Folgende Antenneneingänge sind an der Geräterückseite verfügbar:

- Ein kombinierter HF/VHF/UHF/SHF-Eingang (8 kHz bis 6 GHz)
- Ein separater HF-Eingang (8 kHz bis 32 MHz)

Je nach eingestellter Frequenz im Empfänger wird automatisch die passende Antenne ausgewählt. Die Definition der Antennen beziehungsweise Frequenzbereiche erfolgt in einer Menüstruktur des Empfängers. Die Ansteuerung der Antennenschaltmatrix erfolgt auch während des Scanbetriebs, was die Verwendung einer externen Schaltmatrix erübrigt und zusätzliche Hard- und Software spart.

Leistungsfähige Vorselektion: großsignalfest und hochempfindlich

Die leistungsfähige Vorselektionsstufe des R&S®EB500 schützt den Empfänger zuverlässig vor Übersteuerung bei starken Eingangssignalen. Gleichzeitig ist eine geräteinterne Vorverstärkerstufe mit hohem Gewinn einsetzbar; hervorragende Empfangsempfindlichkeit wird ebenfalls sichergestellt.

Integrierte Antennenschaltmatrix



Für die gleichzeitige Verkabelung zu unterschiedlichen Empfangsantennen

Leistungsfähige Vorselektion



R&S®EB500

Eine um 10 dB höhere Empfindlichkeit bedeutet den 3,3-fachen Abstand zur Signalquelle. Das Signal bleibt im Empfänger sichtbar (gleiche Großsignalfestigkeit beider Geräte vorausgesetzt).



Der daraus resultierende große Dynamikbereich macht den R&S®EB500 zum perfekten Funkerfassungsempfänger für alle Signalszenarien.

Das gleichzeitige Vorhandensein von Großsignalfestigkeit und hoher Empfindlichkeit (im selben Betriebsmodus, z.B. Normal Mode) ist für einen Monitoring-Empfänger zwingend erforderlich und ermöglicht nur so einen reibungslosen Betrieb, zum Beispiel an einer breitbandigen Empfangsantenne. Dieser Betrieb stellt eine Herausforderung für den Aufbau der Eingangsstufe eines Funküberwachungsempfängers dar. In diesem Szenario werden häufig mehrere starke Signale empfangen; gleichzeitig soll nach schwachen Signalen in ähnlicher Frequenzlage gesucht werden.

Die Grafik auf Seite 12 unten verdeutlicht die Wirkung eines Empfängers mit 10 dB höherer Empfindlichkeit (im Vergleich zu einem beliebigen Empfänger X). Um einen praktikablen und einsatztauglichen Vergleich zu erhalten, wird eine gleiche beziehungsweise ähnliche Großsignalfestigkeit für beide Geräte angenommen.

FFT-Signalverarbeitung mit 20-MHz-Echtzeitbandbreite

Die Echtzeitverarbeitung des Frequenzspektrums ist essenziell für die Erfassung gepulster oder frequenzwechselnder Signale. Eine FFT-Signalverarbeitung ermöglicht die gleichzeitige Darstellung eines zusammenhängenden Spektralblocks. Dieses Echtzeitspektrum wird ohne einen Sweep- oder Scanvorgang errechnet und bietet eine Erfassungsgeschwindigkeit „in Echtzeit“. Die aufgrund der FPGA-Implementierung sehr geringe Rechenzeit ist vernachlässigbar.

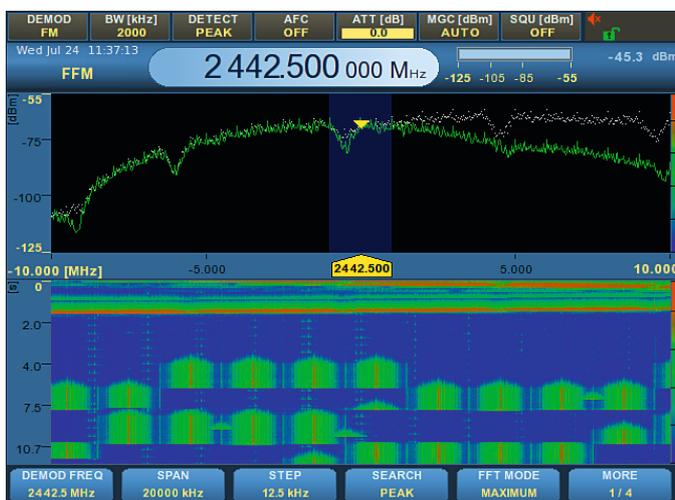
Die Echtzeitverarbeitung mittels FFT bietet zusätzlich eine hervorragende Frequenzauflösung bei gleichzeitig sehr hoher Empfindlichkeit.

Diese Kombination aus Geschwindigkeit, Frequenzauflösung und Empfindlichkeit bietet für den Funkerfasser einen maximalen Einsatzvorteil und ermöglicht dem Anwender einen genauen Einblick in das Frequenzspektrum. Gepulste, zeitvariante oder schnell die Frequenz wechselnde Signale werden zuverlässig erfasst und im Spektrum beziehungsweise Wasserfalldiagramm dargestellt. Während des Echtzeitbetriebs können Signale parallel und unterbrechungsfrei demoduliert werden.

Der R&S®EB500 bietet im Grundgerät eine Echtzeitbandbreite von 20 MHz. Je nach Anforderung ist ein abgestuftes Verringern des Echtzeitspektrumsspanns bis auf min. 1 kHz Bandbreite möglich.

Eine detaillierte Beschreibung der Echtzeitverarbeitung im R&S®EB500 findet sich in der Applikationsbroschüre „Realtime FFT processing in Rohde & Schwarz receivers“ (PD 3606.8308.92).

Starke Aktivität im 2,4-GHz-ISM-Band durch WLAN- und Bluetooth® - Signale (frequenz- und zeittechnisch überlagert, mittels Echtzeitspektrum eindeutig identifizierbar).



Extrem schneller Spektralscan (Panoramascan) über gesamten Frequenzbereich

Für die Signalsuche außerhalb der zur Verfügung stehenden Echtzeitbandbreite steht im R&S®EB500 ein extrem schneller Spektralscan (Panoramascan) zur Verfügung (Option R&S®EB500-PS). Dieser Scan basiert ebenfalls auf einer FFT-Berechnung und ermöglicht dadurch sehr hohe Scangeschwindigkeiten bei gleichzeitig feiner Auflösung und hoher Empfindlichkeit. Das Spektralergebnis kann mit der Wasserfalldarstellung kombiniert werden. Dies ist hilfreich, wenn nach gepulsten beziehungsweise frequenzwechselnden Signalen gesucht wird. Während eines aktiven Scans können Signale nicht demoduliert werden.

Der schnelle Spektralscan ist optimal, um bei unbekannter Ausgangslage den interessierenden Frequenzbereich zu ermitteln, zum Beispiel aufgrund der darin enthaltenen Interferenzen. Danach wird für eine tiefgehende Untersuchung in den Echtzeitmodus gewechselt.

Eine detaillierte Beschreibung der Echtzeitverarbeitung im R&S®EB500 findet sich in der Applikationsbroschüre „Realtime FFT processing in Rohde & Schwarz receivers“ (PD 3606.8308.92).

Wasserfalldarstellung für Rückblick in Signalvergangenheit

Die Wasserfalldarstellung (auch Spektrogramm genannt) ist eine dreidimensionale Darstellung des Spektrums über Frequenz, Zeit und farblich codiertem Signalpegel.

Dieses Diagramm wird verwendet, wenn der Nutzer nach gepulsten, frequenzvarianten beziehungsweise generell statistisch unregelmäßig auftretenden Signalen sucht. Die optisch herausragende Anzeige solcher Signale im Wasserfalldiagramm macht diese Darstellung zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel für den Funkerfasser.

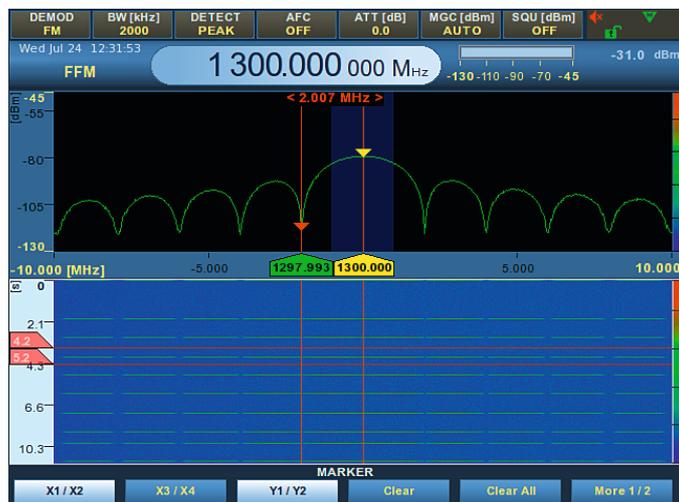
Die Zeitauflösung des Wasserfalls (entspricht Geschwindigkeit) ist durch den Nutzer einstellbar und damit an das vorhandene Signalszenario anzupassen. Mittels Marker lassen sich zeitliche Zusammenhänge im Wasserfalldiagramm vermessen.

Die Funktionalität ist im Grundgerät enthalten.

Auffinden eines hoppenden Signals im 5,8-GHz-ISM-Band mittels schnellem Spektralscan bei der Suche über 1-GHz-Bandbreite.



Kurze Signale werden im Wasserfalldiagramm übersichtlich dargestellt und sind durch den Nutzer einfach identifizierbar.



Aufzeichnung von Spektren und Wasserfalldaten und erneutes Abspielen der Ergebnisse

Zur detaillierten Evaluierung erfasster Signale muss ein bestimmtes Spektral-/Wasserfallszenario aufgezeichnet werden (z.B. auf einem angeschlossenen USB-Stick), um die Informationen zu einem späteren Zeitpunkt wieder im Empfänger abspielen zu können (Option R&S®EB500-IR).

Damit können erfasste Ereignisse nach ihrer Art und Relevanz bewertet werden. Diese Funktion unterstützt beispielsweise bei der Interferenzsuche oder der Dokumentation eines einmal aufgezeichneten Signals. So kann eine Sammlung relevanter Signale angelegt werden, um bei Bedarf darauf zurückzugreifen.

Mit dieser Option kann zeitgleich der demodulierte Audioinhalt (bzw. I/Q-Daten bei digital modulierten Signalen) des dazugehörigen Spektrums aufgezeichnet werden. Im Wiedergabe-Modus lassen sich so wertvolle Rückschlüsse auf die Störungsursache ziehen, da der gestörte Audioinhalt und das dazugehörige Spektrum parallel ausgewertet werden.

Die Option R&S®EB500-IR interne Aufzeichnung ist für Empfänger mit Frontplattenbedienung (Modell .03) beziehungsweise bei extern installierter R&S®EB500-GUI-Software verfügbar.

Kartendarstellung mit GPS-Positionsanzeige

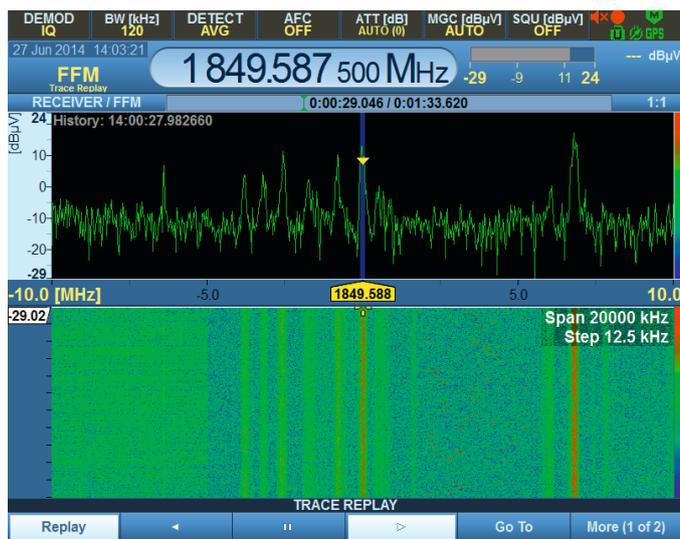
Bei ortsveränderlichem Betrieb des Empfängers (z.B. im fahrzeuggestützten Einsatz) oder in transportablen Aufbauten für temporäre Verbringung ist eine Kartendarstellung zur Anzeige des Empfängerstandortes hilfreich (Option R&S®EB500-Map).

Die digitale Karte (OpenStreetMap-(OSM)-basiertes Kartenmaterial) zeigt zum Beispiel Wegpunkte, an denen Messwerte aufgenommen wurden, Richtungsinformationen, falls Peilwerte zur Verfügung stehen, und den aktuellen Empfängerstandort.

Die aufgezeichneten Messwerte werden nach der Auswahl eines bestimmten Wegpunktes angezeigt, beispielsweise das aufgezeichnete Spektrum an einer bestimmten Straßenkreuzung in urbanem Gelände. Diese Funktion unterstützt bei der Identifikation von Interferenzen, um die Störungsursache zeitnah zu beseitigen.

Die Option R&S®EB500-Map Kartendarstellung für Empfänger mit Frontplattenbedienung (Modell .03) beziehungsweise bei extern installierter R&S®EB500-GUI-Software verfügbar.

Aufgezeichnete ATC-Signale werden offline evaluiert.



Die Positionen einer Messfahrt (inklusive Peilwert, falls vorhanden) werden auf der Karte dargestellt.



Polychromspektrum zur Unterscheidung überlagerter gepulster Signale

Erst durch die Darstellung als Polychromspektrum wird die Trennung überlagerter gepulster Signale möglich, die mit herkömmlichen Methoden (z.B. Spektrum, Wasserfall, Max. Hold) nicht zu unterscheiden sind.

Die Schwierigkeit bei dieser Konstellation (überlagerte, gepulste Signale) besteht darin, dass die überlagerten Signale zur gleichen Zeit, bei gleicher Frequenz und gegebenenfalls mit ähnlichem Pegel im Spektrum auftreten.

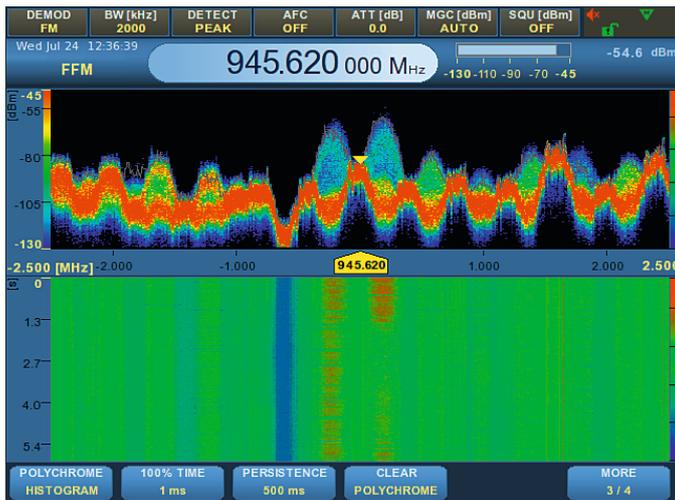
Zur Unterscheidung solcher komplexer Signalszenarien wird die Auftrittshäufigkeit jedes einzelnen Signals durch den Empfänger ausgewertet und in einem farblich codierten Diagramm über der Frequenz dargestellt.

Dabei treten rot dargestellte Signale häufiger auf als grüne oder blaue. Das Auswertungskriterium „Häufigkeitsschwelle“ ist durch den Nutzer definierbar und wird am Empfänger durch die sogenannte „100%-Zeit“ dargestellt.

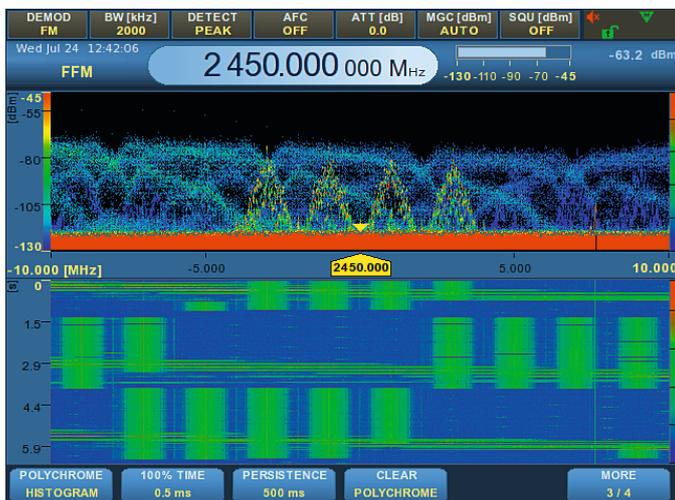
Das Polychromspektrum ist ein äußerst leistungsfähiges Werkzeug zur Signaltrennung – beispielsweise bei Vorhandensein eines gepulsten Nutzsignals (GSM, DECT) und einem ebenfalls gepulsten, dem Nutzsignal überlagerten Störsignal.

Die Funktionalität ist im Grundgerät enthalten.

Überlagerte gepulste Signale (hier: GSM900-Downlink) werden je nach Auftrittshäufigkeit in unterschiedlichen Farben dargestellt und sind einfacher zu untersuchen als in einer reinen Max. Hold-Darstellung.



Ein gepulstes Signal niedrigeren Pegels (Bluetooth®), überlagert durch ein gepulstes Signal höheren Pegels (WLAN): Unterschiede im Pulse Timing werden im Polychromspektrum sichtbar.



Videospektrum zur Anzeige von Unterträgern und Übertragungsraten

Hierbei handelt es sich um die Spektralanzeige des demodulierten Empfangssignals (HF-Träger durch Demodulation entfernt). Die verbleibende Einhüllende (im Zeitbereich) wird wieder als Spektrum (im Spektralbereich) dargestellt.

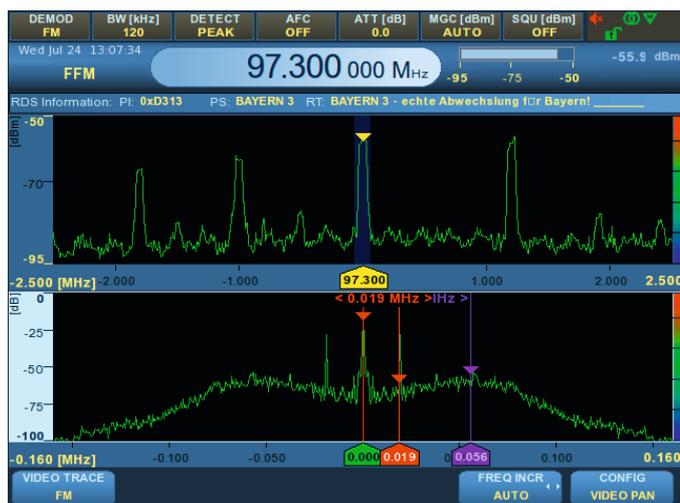
Das Ergebnis ist eine deutliche und optisch stabile Anzeige vorhandener Unterträger, z.B. des 19-kHz-Pilottons beim FM-Rundfunk.

Für eine einfache und schnelle Untersuchung an digital modulierten Signalen eignet sich das quadrierte Videospektrum. Durch die Quadrierung ergeben sich rechts und links von der Mittenfrequenz des Empfangssignals scharfe Spitzen, deren Abstand zur Mitte ein Maß für die Übertragungsrate (Baudrate) eines empfangenen Digitalkanals ist. Ohne weitere Software kann schnell und komfortabel die vorhandene Übertragungsrate abgeschätzt werden.

Das Videospektrum ist mit der Wasserfallanzeige kombinierbar.

Die Funktionalität ist im Grundgerät enthalten.

Darstellung der Unterträger eines FM-Rundfunksignals mittels FM-demoduliertem Videospektrum (Pilotton: 19 kHz; RDS-Signal: 56 kHz Abstand zur Mittenfrequenz).



Übertragungsratenabschätzung an einem TETRA-Signal, mittels quadriertem Videospektrum (Spitze im Spektrum bei ca. 18 kHz zur Mittenfrequenz; Übertragungsrate circa 18 kBd).



Parallele Signalverarbeitung von Spektralfad und Demodulationspfad

Nach der A/D-Wandlung des Empfangssignals teilt sich die Signalverarbeitungskette im R&S®EB500 in zwei parallele Pfade auf: den Spektralfad und den Demodulations- beziehungsweise Pegelmesspfad.

So kann gleichzeitig und parallel zur Darstellung des Echtzeitspektrums die Demodulation beziehungsweise Pegelmessung an Signalen innerhalb des Echtzeitspektrums erfolgen.

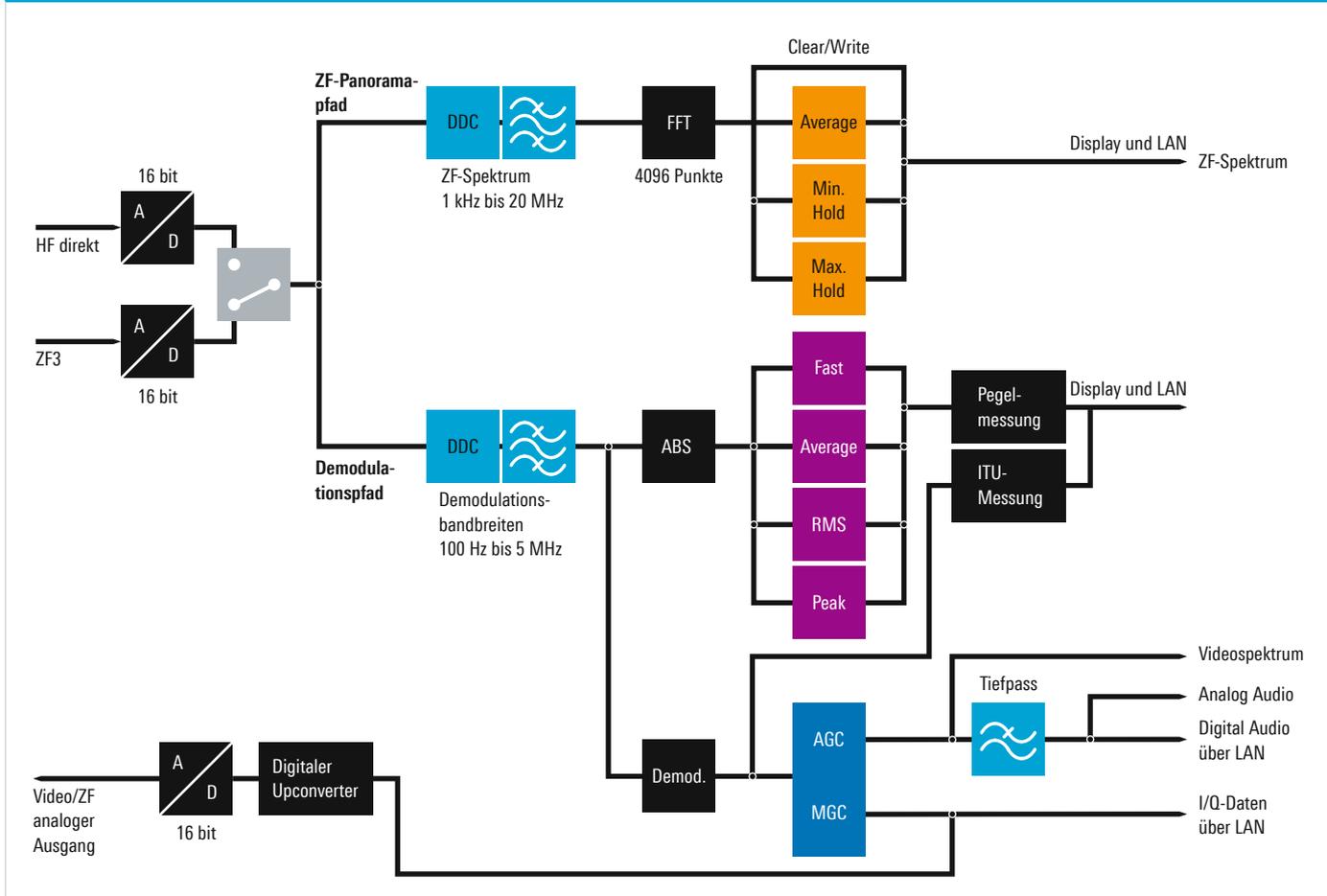
Audiosignale werden mit störungsfrei hörbarem Inhalt demoduliert, da nicht zwischen Spektral- und Audioverarbeitung umgeschaltet werden muss.

Für die I/Q-Basisbanddemodulation (z.B. zur Aufbereitung für die Signalanalyse) ermöglicht dies einen unterbrechungsfreien I/Q-Datenstrom – unerlässlich für die nachfolgende Analysesoftware.

Die parallele Signalverarbeitung bietet die gleichzeitige Umsetzung unterschiedlicher Bandbreiteneinstellungen, beispielsweise breitbandig für spektrale Übersicht und schmalbandig zur Demodulation/Pegelmessung eines bestimmten Signals innerhalb der Echtzeitbandbreite.

Die Mittenfrequenz von Echtzeitspektrum und Demodulator/Pegeldetektor ist getrennt voneinander einstellbar. Voraussetzung für eine erfolgreiche Demodulation ist, dass sich das zu untersuchende Signal in seiner Frequenzlage innerhalb des gewählten Echtzeitspektrums befindet.

Vereinfachte Darstellung der digitalen Signalverarbeitung im Grundgerät mit HF-Option



Pegelmessung mit „echtem“ Breitbanddetektor

Die Pegelmessung von empfangenen Signalen erfolgt mit einem „echtem“ Breitbanddetektor und nicht aus dem errechneten FFT-Spektrum. Verfälschende Einflüsse des Ergebnisses durch die FFT-Fensterung und eine Nachbearbeitung des Pegelwertes (z.B. mittels Korrekturtabelle) entfallen.

Der Detektor verarbeitet Signale extrem schnell, so dass auch kurze Pulse (kleiner wenige hundert Nanosekunden) mit dem korrekten Signalpegel erfasst werden.

Die hohe Messbandbreite bis zu 20 MHz ist optimal, um moderne digital modulierte Signale pegelrichtig zu vermessen, z.B.:

- DVB-T (ca. 8 MHz breit)
- LTE (bis zu 20 MHz breit)

Frequenzscan und Memoryscan für Audiodemodulation auf wechselnden Kanälen

Mit dem im Grundgerät enthaltenen Frequenzscan (FScan) oder Memoryscan (MScan) können unterschiedliche Funkdienste auf Belegung (Pegel über Rauschsperr) geprüft werden, um bei Vorhandensein einer Aussendung für den eingestellten Zeitbereich auf diesem Kanal zu verweilen, zum Beispiel zur Ausgabe der demodulierten Audioinformation.

Ist dabei ein Funkdienst mit bestimmten Parametern zu scannen, beispielsweise der ATC-Flugfunk mit gleichbleibendem/r Kanalraster, Bandbreite und Demodulationsart, empfiehlt sich die Verwendung des Frequenzscans.

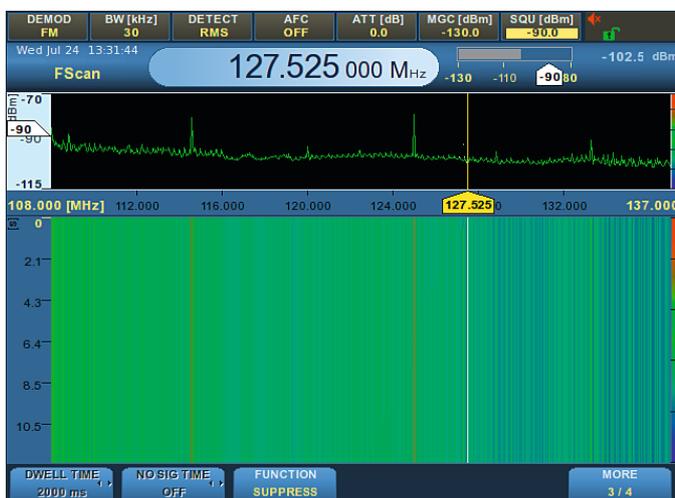
Für das Scannen mehrerer unterschiedlicher Funkdienste (z.B. ATC, PTT) in einem Scandurchlauf steht aufgrund der flexibel parametrierbaren Speicherplätze der Memoryscan zur Verfügung. Demodulationsparameter und Kanalraster sind variabel programmierbar.

Beide Scanmodi ermöglichen also eine komfortable Suche nach aktiven Signalen, die kurz hintereinander auf unterschiedlichen Kanälen erwartet werden, und sichern die schnelle Verfügbarkeit des Audioinhalts.

Unverfälschte Pegelmessung eines breitbandigen LTE-Signals mittels Breitband-RMS-Detektor.



Zur Audiodemodulation von Signalen über Rauschsperr wird das ATC-Flugfunkband in 25-kHz-Schritten auf Belegung untersucht.



3+1-Empfänger in einem Gerät

Zusätzlich zu dem im Grundgerät enthaltenen Demodulationspfad stehen im R&S®EB500 parallel drei weitere Demodulationskanäle zur Verfügung (Optionen R&S®EB500-DDC).

Die maximale Bandbreite des im Grundgerät enthaltenen Demodulationspfades beträgt 20 MHz, die der drei zusätzlichen Pfade jeweils maximal 1 MHz. Derart optioniert werden dem Nutzer vier unabhängige „Softwareempfänger“ in einem Gerät zur Verfügung gestellt.

Die demodulierten Informationen aller vier Kanäle sind als separate Datenströme über die LAN-Schnittstelle zu verarbeiten, z.B. als *.wav.-Datenstrom für Audiodaten oder als I/Q-Basisbanddaten für Analysezwecke.

Die vier Demodulationskanäle sind innerhalb der gewählten Echtzeitbandbreite beliebig platzierbar und unabhängig voneinander parametrisiert, zum Beispiel bezüglich:

- Mittenfrequenz
- Bandbreite
- Demodulationsart
- Wert der Rauschsperr

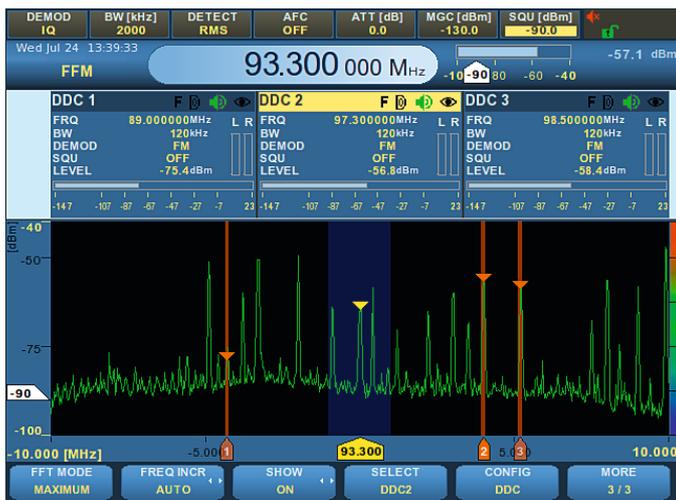
Mit der DDC-Funktion kann der Anwender eines Funkerfassungsempfängers vier Signale parallel bearbeiten und auf Inhalt oder Störungsfreiheit prüfen.

Ethernet-Schnittstelle zur Fernsteuerung und/oder Datenübertragung

Im Grundgerät ist eine 1-Gbit-LAN-Schnittstelle verfügbar, die zur Steuerung des Funkerfassungsempfängers von einem abgesetzten Bedienerarbeitsplatz und zur Messwertausgabe genutzt werden. Die System- und Analysesoftwarepakete von Rohde&Schwarz (z.B. R&S®ARGUS, R&S®RAMON, R&S®CA100) greifen auf diese Schnittstelle zu, um alle Empfängerfunktionen zu nutzen.

Durch die frei verfügbare Schnittstellenbeschreibung der Fernsteuerbefehle (gemäß SCPI-Standard) und die Ausgabedatenformate können externe Systemintegratoren den Empfänger in Softwarelösungen von Drittanbietern einbinden.

3+1-Demodulationskanäle mit unterschiedlichen Parametern innerhalb der Echtzeitbandbreite.



LAN-Schnittstelle zur Fernsteuerung und/oder Datenübertragung



Eine 1-Gbit-LAN-Schnittstelle zur Fernsteuerung und/oder Datenübertragung an der Empfängerrückseite

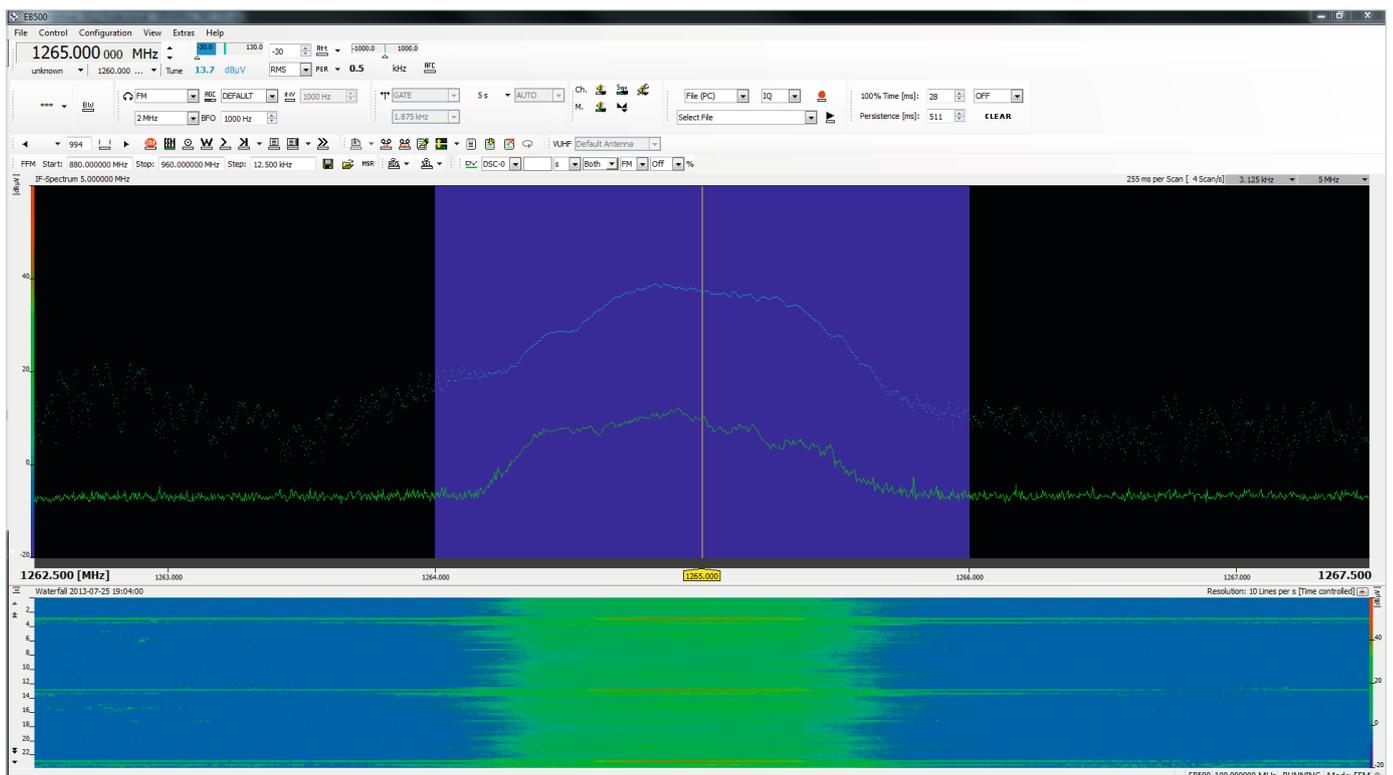
Fernsteuern des Empfängers und Datenaufzeichnung

Mit dem im Grundgerät enthaltenen R&S®EB500-Control Softwarepaket wird der Empfänger über die 1-Gbit-LAN-Schnittstelle fernbedient. Dabei sind vom Abstimmen des Empfängers auf eine Mittenfrequenz, über das Parametrisieren des Echtzeitspektrums bis hin zum Starten des schnellen Spektralscans alle Funktionen verfügbar. Die Ergebnisdaten, wie Spektren, Wasserfall, demodulierte Audioinformationen oder I/Q-Basisbanddaten, werden mittels R&S®EB500-Control auf der Festplatte des Fernsteuerrechners aufgezeichnet.

Ein erneutes Abspielen der aufgezeichneten Daten für Offline-Analysen ist möglich (I/Q-Datenverarbeitung, z.B. mit R&S®CA100 oder MATLAB®).

Das R&S®EB500-Control Softwarepaket sichert eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen einem PC und einem Empfänger. Durch die R&S®RAMON Software kann der Funktionsumfang auf eine Systemlösung erweitert werden (z.B. Verbinden mehrerer Nutzer auf einen Empfänger).

Echtzeitspektrum und Wasserfalldarstellung eines Radarsignals des Flughafens Singapur.



ITU-konforme Messungen im Empfänger

Die ITU-konforme Messung von Signalparametern an AM-, FM- und PM-modulierten Signalen erfolgt mit der Option R&S®EB500-IM. Dabei werden zum Beispiel der Modulationsindex, die belegte Bandbreite oder der Phasenhub bestimmt. Die Anzeige erfolgt nach Minimal- und Maximalwert, aber auch als Durchschnitt gemittelt über eine durch den Nutzer eingestellte Messzeit. Folgende ITU-Empfehlungen werden durch die Option R&S®EB500-IM abgedeckt:

- ▮ ITU-R SM.377 (Frequenz- und Frequenzoffsetmessung)
- ▮ ITU-R SM.378 (Feldstärkemessung)
- ▮ ITU-R SM.328 (Bandbreitenmessung)
- ▮ ITU-R SM.443 (Bandbreitenmessung)
- ▮ ITU-R SM.1880 (Bestimmung der spektralen Belegung, mit Fernsteuer-PC und R&S®ARGUS Softwarepaket)

Für Offline-Messungen an digital modulierten Signalen gemäß ITU-R SM.1600 ist das R&S®CA100IS Softwarepaket als Option zu R&S®CA100 erhältlich (zusätzlicher PC notwendig).

Der R&S®EB500 erfüllt folgende

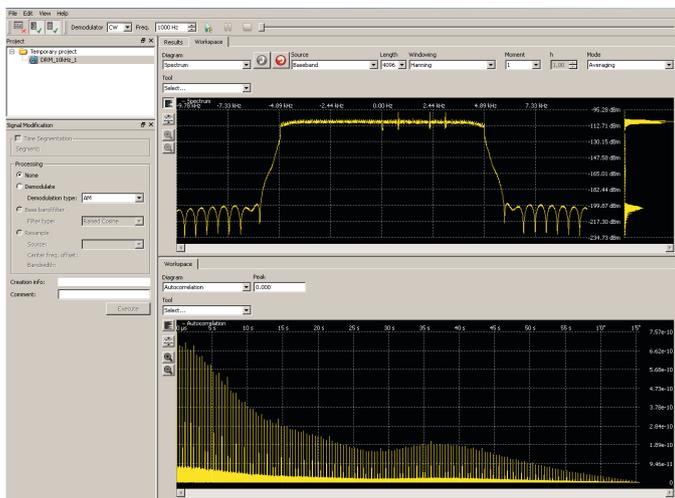
ITU-Hardwareempfehlungen:

- ▮ ITU-R SM.1836 (ZF-Filtersteilheitsmessung)
- ▮ ITU-R SM.1837 (IP3-Messung)
- ▮ ITU-R SM.1838 (Rauschmaßmessung)
- ▮ ITU-R SM.1840 (Empfindlichkeitsmessung)

Ergebnisse der Modulations- und Bandbreitenmessung auf einen Blick.



Offline-Messungen eines DRM-Signals (digital radio mondiale) gemäß ITU-R SM.1600.



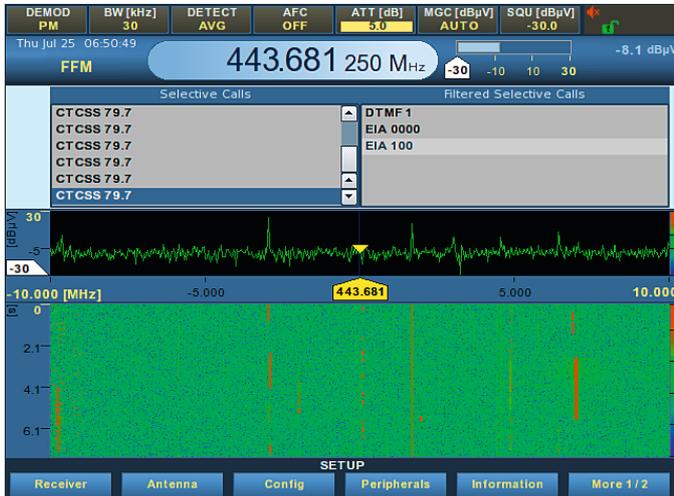
Erkennen von Selektivrufdiensten

Die Erkennung aktiver Selektivrufdienste erfolgt mit der Option R&S®EB500-SL. Der Empfänger untersucht automatisch alle Aussendungen innerhalb der Demodulationsbandbreite und zeigt erkannte Selektivrufdienste an. Eine Filterung des Anzeigeergebnisses nach Relevanz ist möglich. Folgende Selektivrufe werden unter anderem erkannt:

- DTMF
- CCIR
- CTCSS
- ZVEI-x

Diese Funktion ist interessant für Regulierungsbehörden, um die ordnungsgemäße Verwendung bestimmter zugewiesener Rufdienste stichprobenartig zu überprüfen.

Anzeige erkannter Selektivrufstandards in einer Übersichtsliste (linke Spalte); Filterung nach Relevanz möglich (rechte Spalte).



Betrieb an einer Gleichstromquelle, zum Beispiel Fahrzeugbatterie

Der R&S®EB500 wird direkt über die Gleichstromquelle, beispielsweise eine Fahrzeugbatterie, versorgt. Aufgrund des weiten Eingangsspannungsbereichs von 10 V bis 32 V DC kann der Empfänger an Kfz- und Lkw-Batterien betrieben werden. Die Gleichstromversorgung ist direkt im Empfänger integriert; zusätzlicher Bauraum bei der Fahrzeuginstallation entfällt. Als Zubehör ist ein Kabel mit zum Empfänger passendem Steckverbinder beziehungsweise Kabelschuhen zum Anschluss an das Kfz-Bordnetz erhältlich (R&S®EB500-DCC DC-Stromversorgungskabel).

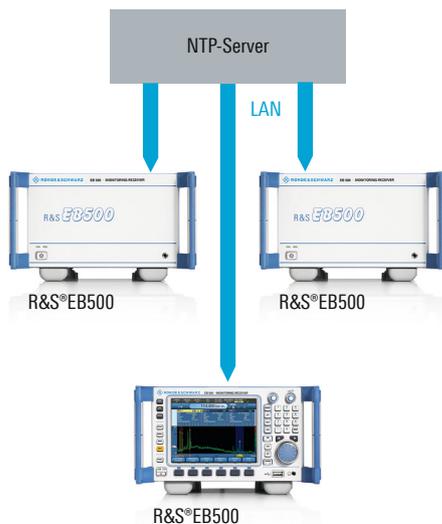
DC-Buchse zur Verbindung mit dem Fahrzeugbordnetz



Systemzeitabgleich mittels NTP-Server

Ein NTP-Server verteilt die Systemzeit zu allen im Systemverbund betriebenen Geräten. Die Übernahme erfolgt entweder automatisch bei jedem Empfängerstart oder wird manuell durch einen SCPI-Fernsteuerbefehl vom Nutzer beziehungsweise die im Netzwerk laufende Softwareapplikation ausgelöst. Die interne Gerätezeit und das Datum werden an die empfangene NTP-Zeit angepasst. Die Genauigkeit hängt von der Qualität des NTP-Servers und der LAN-Infrastruktur ab und bewegt sich typischerweise im Bereich von Millisekunden. Dieser zyklische Abgleich von Gerätezeit und Datum vermeidet zuverlässig unterschiedliches Driften der internen Zeitreferenz mehrerer Empfänger im Netzwerk.

Ein NTP-Server verteilt Zeit und Datum mittels Netzwerkverbindung an die Empfänger im System



Die einheitliche Zeitbasis erleichtert den Vergleich von Messergebnissen, die an unterschiedlichen Stationen empfangen wurden (z.B. Spektrum, Audio). Eine Identifizierung und Zuordnung über den gleichen Zeitstempel wird dadurch möglich. Zusätzlich kann genau dokumentiert werden, zu welchem Zeitpunkt ein bestimmtes Signal, beispielsweise ein Störsignal, empfangen wurde.

„TDOA ready“ durch hochgenaue Zeitstempel, Frequenz- und Zeitsynchronisierung durch GPS

Die Systemzeit des R&S®EB500 wird über das NMEA-Protokoll des externen GPS-Moduls gesetzt und abgeglichen. Weiterhin stehen GPS-Informationen, wie Position und Datum, an der LAN-Schnittstelle zur Verfügung.

Die interne 10-MHz-Referenzfrequenz des R&S®EB500 wird durch das PPS-Signal (Pulse Per Second) des GPS-Moduls synchronisiert. Die Genauigkeit der internen Referenzfrequenz wird durch das GPS-Modul deutlich verbessert und erfüllt optimal die ITU-Anforderungen ($\leq 1 \times 10^{-9}$) an die Frequenzgenauigkeit eines Funkerfassungsempfängers:

- Typ. 1×10^{-11} (mit externem GPS-Modul, Option R&S®EB5-EGT)

Der in den I/Q-Ausgabedatenstrom des Empfängers eingepregte hochgenaue Zeitstempel wird ebenfalls aus den Informationen des GPS-Moduls abgeleitet. Die Genauigkeit des Zeitstempels bewegt sich im Bereich von Nanosekunden (mit externem GPS-Modul, Option R&S®EB5-EGT).

Die vorhandenen Zeitstempel im I/Q-Basisbanddatenstrom des R&S®EB500 ermöglichen TDOA ¹⁾-Anwendungen über LAN. Der R&S®EB500 fungiert dabei als Empfangsknoten im Sensornetzwerk. Die Zeitgenauigkeit bezieht sich auf den Antenneneingang des Empfängers und ist unabhängig von den Empfängereinstellungen, was den Aufbau der Korrekturtabellen eines TDOA-Systems deutlich erleichtert. Die Tabellen müssen dann lediglich Systemteile wie Antennen, Leitungslängen und die Signalverteilung berücksichtigen, nicht aber alle Varianten von Empfängereinstellungen. Das vereinfacht erheblich die Arbeit der TDOA-Systemintegratoren.

Die vorhandene Zeitgenauigkeit im Basisbanddatenstrom (bei Verwendung des externen GPS-Moduls) führt zu äußerst verlässlichen Ortungsergebnissen im TDOA-Netzwerk.

R&S®EB5-EGT externes GPS-Modul.



Detaillierte Anzeige der GPS-Daten und des GPS-Betriebsmodus.

Name	Latitude	Longitude	Altitude
CBP	N01.338...	E103.96...	38.50 m

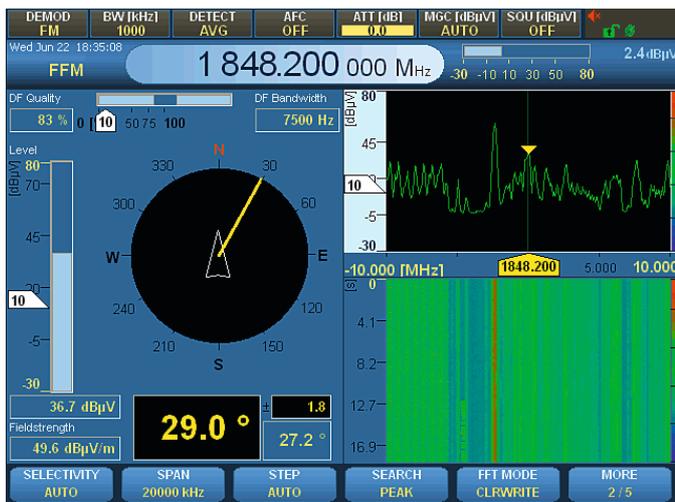
¹⁾ TDOA: Time Difference of Arrival.

Upgrade-Kit zu Einkanalpeiler

Mit den Optionen R&S®EB500-DF beziehungsweise R&S®EB500-WDF (Breitband-DF; mit bis zu 20-MHz-Echtzeitbandbreite) wird der Funkerfassungsempfänger zu einem Einkanalpeiler (auf einer Frequenz). Die parallele Peilung aller Emissionen innerhalb der Echtzeitbandbreite bietet viele Vorteile:

- Gleichzeitige Peilung und Anzeige aller belegten Kanäle, z.B. im Flug- oder Seefunkband
- Peilung breitbandiger Signale (z.B. DVB-T) mit hoher Kanalaufösung, Anzeige des Ergebnisses als Mittelwert vieler Einzelpeilwerte (Ausgleich frequenzabhängiger Peilwertschwankungen)
- Zuverlässige Peilergebnisse frequenzwechselnder Sender (Hopper bzw. Chirp-Signale)

Peilergebnisdarstellung mittels Peilrose für Breitbandsignale.



Je nach verwendeter Antenne sind mit dieser Option Frequenzen zwischen 8 kHz und 6 GHz peilbar. Im HF-Bereich kommt das bewährte Watson-Watt-Peilverfahren zum Einsatz. Es bietet den Vorteil, dass kleine Peilantennen verwendet werden können. Damit ist der R&S®EB500 hervorragend für die fahrzeuggestützte Peilung einsetzbar.

Im VHF/UHF-Bereich peilt der R&S®EB500 als korrelatives Interferometer. Im Gegensatz zu einfachen Amplituden-Vergleichsverfahren ermöglicht das Gerät eine erheblich höhere Peilgenauigkeit bis zu Klasse A/B gemäß ITU-Handbuch Spektrum-Monitoring und Empfehlungen.

In den meisten marktüblichen Interferometer-Peilern werden mindestens zwei Empfänger eingesetzt. Beim R&S®EB500 wird die notwendige kohärente Verknüpfung beider Empfangszüge nach einem für Rohde & Schwarz patentierten Verfahren in der Peilantenne vorgenommen. Auf den Interferometer-typischen zweiten Empfangszug kann verzichtet werden.

Dokumentation der Kalibriermesswerte

Das Prüfprotokoll des Fertigungsendtests zur jeweiligen Geräteseriennummer ist als „Dokumentation der Kalibriermesswerte“ mit der Option R&S®EB500-DCV bestellbar. Das DCV-Dokument zeigt die Datenhaltigkeit der Ist-Messwerte eines bestimmten Geräts im Vergleich zu den erlaubten Messergebnisgrenzen (min./max.) zum Zeitpunkt des Fertigungsendtests. Das Dokument wird mit einem abziehbaren Geräteaufkleber geliefert, um beispielsweise den Zeitraum der Gerätedatenhaltigkeit eindeutig zu kennzeichnen.

ROHDE & SCHWARZ	
Kalibrierschein <i>Calibration Certificate</i>	Nummer 71-437672 <i>Number</i>
Gegenstand <i>Item</i>	EB500 MONITORING RECEIVER <small>Dieser Kalibrierschein dokumentiert, dass der genannte Gegenstand nach festgelegten Vorgaben geprüft und gemessen wurde. Die Messwerte liegen im Regelfall mit einer Wahrscheinlichkeit von annähernd 95% im zugeordneten Wertebereich (Erweitertes Messunsicherheitsmaß mit $k = 2$). Die Kalibrierung erfolgte mit Messmitteln und Normen, die direkt oder indirekt durch Ableitung mittels anerkannter Kalibriertechniken rückgeführt sind auf Normale der PTB/DKD oder anderer nationaler/internationaler Standards zur Darstellung der physikalischen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Wenn keine Normale existieren, erfolgt die Rückführung auf Bezugsnormale der R&S-Laboratorien. Grundsätze und Verfahren der Kalibrierung entsprechen EN ISO/IEC 17025. Das angewandte Qualitätsmanagement-System ist zertifiziert nach EN ISO 9001. Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Kalibrierscheine ohne Signifizierungen sind ungültig. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.</small>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	ROHDE & SCHWARZ
Typ <i>Type</i>	EB500
Material Nr. <i>Material number</i>	4072.5004K03
Serial Nr. <i>Serial number</i>	101072
Auftraggeber <i>Customer</i>	
Bestellung Nr. <i>Order number</i>	
Ort u. Datum d. Kalibrierung <i>Place and date of calibration</i>	Singapore, 2013-06-18 <small>This calibration certificate documents, that the named item is tested and measured against defined specifications. Measurement results are located usually in the corresponding interval with a probability of approx. 95% (coverage factor $k = 2$). Calibration is performed with test equipment and standards directly or indirectly traceable by means of approved calibration techniques to the PTB/DKD or other national / international standards, which realize the physical units of measurement according to the International System of Units (SI). In all cases where no standards are available, measurements are referenced to standards of the R&S laboratories. Principles and methods of calibration correspond with EN ISO/IEC 17025. The applied quality system is certified to EN ISO 9001. This calibration certificate may not be reproduced other than in full. Calibration certificates without signatures are not valid. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</small>
Umfang der Kalibrierung <i>Scope of calibration</i>	Standard Calibration
Eingangsprüfung <i>Performance on receipt</i>	New device
Kalibrierergebnis <i>Result of calibration</i>	Measurement results within specifications
Umfang des Kalibrierscheins <i>Extent of the certificate</i>	2 pages incl. this
<small>ROHDE & SCHWARZ</small> <small>Nummer 71-437672</small> <small>2013-06-18</small>	
Ausstellungsdatum <i>Date of issue</i>	Bearbeiter <i>Person responsible</i>
2013-06-18	Andy Goh
Laborleitung <i>Head of laboratory</i>	
	Harvey Lau
Page 1/2	

Dokumentation der Kalibriermesswerte; Beispiel eines R&S®EB500-DCV Kalibrierzertifikats (Deckblatt).

Technische Kurzdaten

Technische Kurzdaten		
Frequenz		
Frequenzbereich Empfangsbetrieb	Grundgerät	20 MHz bis 3,6 GHz
	mit Option R&S®EB500-HF	8 kHz bis 3,6 GHz
	mit Option R&S®EB500-FE	20 MHz bis 6 GHz
	mit Optionen R&S®EB500-HF und R&S®EB500-FE	8 kHz bis 6 GHz
ZF-Bandbreiten		
Bandbreite	Demodulation, Pegel- und Offset-Messung (3-dB-Bandbreite), 34 Filter	100/150/300/600 Hz, 1/1,5/2,1/2,4/2,7/3,1/4/4,8/6/9/12/15/30/50/120/ 150/250/300/500/800 kHz, 1/1,25/1,5/2/5/8/10/12,5/15/20 MHz
Demodulation		
Demodulationsarten	alle ZF-Bandbreiten	AM, FM, ϕ M, Pulse, ISB, I/Q
	ZF-Bandbreiten \leq 8 kHz	LSB, USB, CW, ISB
Echtzeitspektrum (ZF-Panorama)		
FFT-Spektrum		zeitschließende, dynamisch überlappende FFT Betriebsart: automatisch oder variabel mit wählbarer Frequenzauflösung: 0,625/1,25/2,5/3,125/6,25/12,5/25/31,25/50/ 62,5/100/125/200/250/312,5/500/ 625 Hz, 1/1,25/2/2,5/3,125/5/6,25/8,333/10/12,5/20/25/ 50/100/200/500 kHz, 1 MHz, 2 MHz
Spektrumdarstellbreite	Grundgerät	1/2/5/10/20/50/100/200/500 kHz, 1/2/5/10/20 MHz
Spektrumanzeige		Clear/Write, Average, Max. Hold, Min. Hold, Histogram, Pulse
Suchlaufeigenschaften		
Memoryscan		10 000 programmierbare Speicherplätze
	Geschwindigkeit	bis zu 500 Kanäle/s
Frequenzscan		frei wählbare Start-/Stoppfrequenz und Schrittweite
	Geschwindigkeit	bis zu 500 Kanäle/s
Schneller Spektralscan (Panoramascan)	mit Option R&S®EB500-PS	Spektralscan mit frei wählbarer Start-/Stoppfrequenz, Schrittweite (Bin): 100/125/200/250/500/625 Hz, 1/1,25/2/2,5/3,125/5/6,25/8,333/10/12,5/20/25/ 50/100/200/500 kHz, 1 MHz, 2 MHz
	Geschwindigkeit	bis zu 75 GHz/s (In-Band)

Datenblatt, siehe PD 5214.3800.21 und www.rohde-schwarz.com

Bestellangaben

Bezeichnung	Typ	Bestellnummer
Funkerfassungsempfänger, ohne Bedienfrontplatte	R&S®EB500	4072.5004.02
Funkerfassungsempfänger, mit Bedienfrontplatte	R&S®EB500	4072.5004.03
Dokumentation der Kalibriermesswerte	R&S®EB500-DCV	4072.8403.02
Optionen		
HF-Frequenzerweiterung, 8 kHz bis 32 MHz	R&S®EB500-HF	4072.8003.02
SHF-Frequenzerweiterung, 3,6 GHz bis 6 GHz	R&S®EB500-FE	4072.9300.02
Schneller Spektralscan (Panoramascan)	R&S®EB500-PS	4072.9200.02
Interne Aufzeichnung	R&S®EB500-IR	4072.9551.02
Kartendarstellung	R&S®EB500-Map	4072.9451.02
ITU-Messsoftware	R&S®EB500-IM	4072.9100.02
Selektivruf-Analyse	R&S®EB500-SL	4072.9800.02
Digitaler Downconverter	R&S®EB500-DDC	4072.9500.02
Peiler-Upgrade-Kit	R&S®EB500-DF	4072.9400.02
Breitbandpeilung	R&S®EB500-WDF	4072.9651.02
Peilwertkorrektur	R&S®EB500-COR	4072.9600.02
Externes GPS-Modul	R&S®EB5-EGT	4073.2009.02
Empfohlenes Zubehör		
19"-Rackadapter (2 × R&S®EB500 nebeneinander)	R&S®ZZA-T04	1109.4187.00
19"-Rackadapter (1 × R&S®EB500 + 1 × Blindplatte)	R&S®ZZA-T02	1109.4164.00
DC-Stromversorgungskabel	R&S®EB500-DCC	4072.7036.00

Serviceoptionen		
Gewährleistungsverlängerung, ein Jahr	R&S®WE1	Bitte wenden Sie sich an Ihren Rohde & Schwarz-Vertriebspartner vor Ort.
Gewährleistungsverlängerung, zwei Jahre	R&S®WE2	
Gewährleistungsverlängerung, drei Jahre	R&S®WE3	
Gewährleistungsverlängerung, vier Jahre	R&S®WE4	
Gewährleistungsverlängerung mit Kalibrierabdeckung, ein Jahr	R&S®CW1	
Gewährleistungsverlängerung mit Kalibrierabdeckung, zwei Jahre	R&S®CW2	
Gewährleistungsverlängerung mit Kalibrierabdeckung, drei Jahre	R&S®CW3	
Gewährleistungsverlängerung mit Kalibrierabdeckung, vier Jahre	R&S®CW4	

Die Bluetooth® Wortmarke und Logos sind eingetragene Warenzeichen und Eigentum von Bluetooth SIG, Inc., ihre Verwendung ist für Rohde&Schwarz lizenziert.

Ihr Rohde & Schwarz-Vertriebspartner hilft Ihnen gerne, die für Sie optimale Lösung zu finden.
Ihren Ansprechpartner vor Ort finden Sie unter
www.sales.rohde-schwarz.com

Service mit Mehrwert

- Weltweit
- Lokal und persönlich
- Flexibel und maßgeschneidert
- Kompromisslose Qualität
- Langfristige Sicherheit

Rohde & Schwarz

Der Elektronikkonzern Rohde & Schwarz ist ein führender Lösungsanbieter in den Arbeitsgebieten Messtechnik, Rundfunk- und Medientechnik, sichere Kommunikation, Cyber-Sicherheit und Funküberwachungs- und -ortungstechnik. Vor mehr als 80 Jahren gegründet, ist das selbstständige Unternehmen mit seinen Dienstleistungen und einem engmaschigen Servicenetz in über 70 Ländern der Welt präsent. Der Firmensitz ist in Deutschland (München).

Nachhaltige Produktgestaltung

- Umweltverträglichkeit und ökologischer Fußabdruck
- Energie-Effizienz und geringe Emissionen
- Langlebigkeit und optimierte Gesamtbetriebskosten

Certified Quality Management
ISO 9001

Certified Environmental Management
ISO 14001

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

www.rohde-schwarz.com

Kontakt

- Europa, Afrika, Mittlerer Osten | +49 89 4129 12345
customersupport@rohde-schwarz.com
- Nordamerika | 1 888 TEST RSA (1 888 837 87 72)
customer.support@rsa.rohde-schwarz.com
- Lateinamerika | +1 410 910 79 88
customersupport.la@rohde-schwarz.com
- Asien-Pazifik | +65 65 13 04 88
customersupport.asia@rohde-schwarz.com
- China | +86 800 810 82 28 | +86 400 650 58 96
customersupport.china@rohde-schwarz.com

R&S® ist eingetragenes Warenzeichen der Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Eigennamen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer

PD 5214.3800.11 | Version 05.00 | April 2015 (sk)

R&S®EB500 Funkerfassungsempfänger

Daten ohne Genauigkeitsangabe sind unverbindlich | Änderungen vorbehalten

© 2010 - 2015 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 München



5214380011