

## Signalerkennung und Signaltrennung in Spektrogrammen

Das High-Resolution Spectrogram des IDA 2, demonstriert  
an einem praxisnahen Beispiel

Spektrogramme entstehen, indem man die Pegelwerte der gemessenen Spektren farbig kodiert und zeilenweise darstellt. So entsteht ein Bild, das zugleich Frequenz- und Zeitinformationen liefert. Schwierig wird die Darstellung bei hohen zeitlichen Auflösungen. Schon eine Messung über 10 ms mit einer Auflösung von 1  $\mu$ s würde 10.000 Zeilen produzieren, die sich auf keinem Display darstellen lassen. Üblich ist deshalb eine Kompression der Messdaten, die zwar eine übersichtliche Darstellung ermöglicht, jedoch gleichzeitig wertvolle Information vernichtet – Information, die man gerade zum Entdecken sporadischer Störsignale oder Interferenzen benötigt.

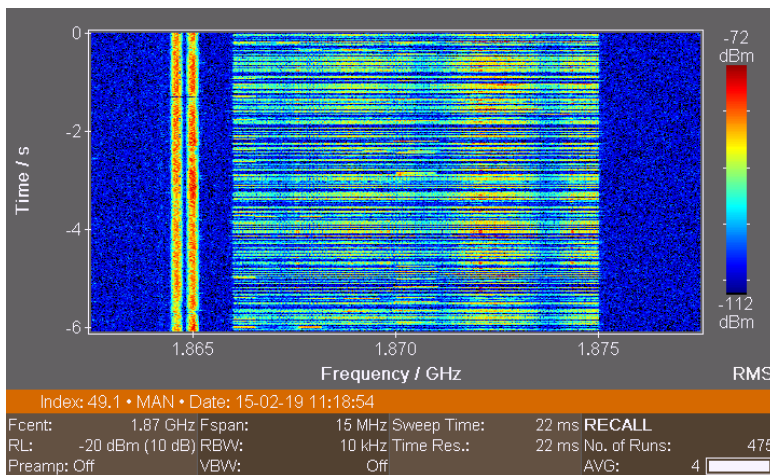
Der IDA 2 verfolgt deshalb mit seiner Option *I/Q Analyzer* einen anderen Ansatz. Er nimmt in Echtzeit bis zu 250.000 I/Q-Datenpaare auf, um anschließend daraus Spektren, Spektrogramme oder Zeitverläufe zu erzeugen. Da der Datensatz unverändert – unkomprimiert – bleibt, lassen sich Parameter der Auswertung wie Frequenz- und Zeitauflösung nachträglich frei wählen. So kann man z. B. in der Darstellungsart *HiRes Spectrogram Zoom* tief blicken: bis hinab zur originalen Auflösung.

Als praxisnahes Messbeispiel wurde ein Ausschnitt aus dem Mobilfunk-Band bei 1800 MHz gewählt. Neben einem LTE-Kanal mit Mittenfrequenz 1870 MHz waren zwei BCCHs des GSM-Mobilfunks bei 1865 MHz „in der Luft“. Künstlich (per HF-Generator) erzeugt und abgestrahlt wurde ein GSM-TCH-Signal mit veränderbarer Frequenzlage.



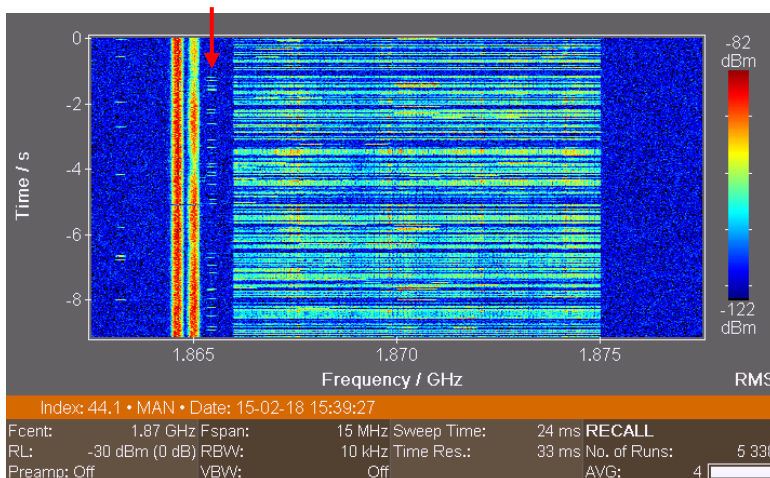
## Das klassische Spektrogramm: Gut für die Übersicht

Um einen Überblick über das Geschehen in einem Frequenzband zu erhalten, ist ein übliches Spektrogramm geeignet. Im Beispiel ist ein Ausschnitt des Mobilfunk-Downlink-Bandes bei 1870 MHz erfasst. Es zeigt das typische Bild eines LTE-Resource-Blocks von 9 MHz Übertragungsbandbreite (10 MHz nomineller Kanalbandbreite). Bei 1865 MHz sind zwei BCCHs des GSM-Mobilfunks „in der Luft“: Broadcast Control Channels, erkennbar an ihrem konstanten Pegel. Zwischen beiden Diensten liegt ein ungenutzter Frequenzbereich.



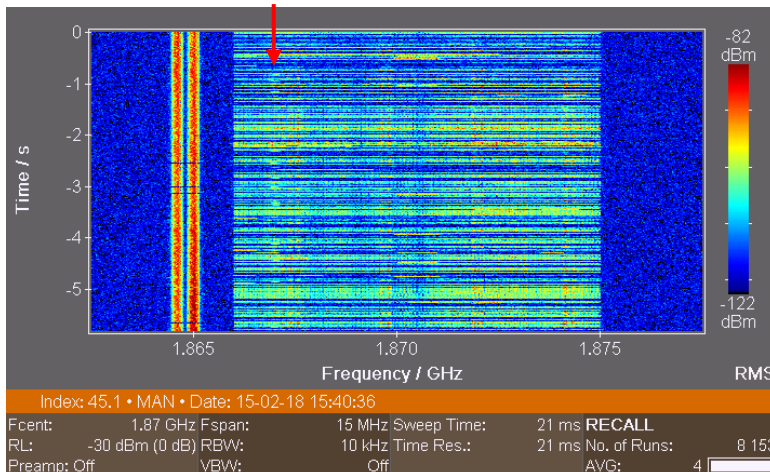
**Bild 1: Spektrogramm. Bandbreite (Fspan) 15 MHz, Frequenzauflösung (RBW) 10 kHz, Zeitauflösung (Time Resolution) 22 ms.**

In diesen ungenutzten Bereich des „Live“-Spektrums wird jetzt ein künstliches, per Generator erzeugtes Signal gelegt. Dessen Modulation entspricht einem TCH, einem GSM Traffic Channel, in dem ein Zeitschlitz konstant belegt ist. Da es im ungenutzten Teil des Spektrums liegt, ist es einfach zu finden (Pfeil).



**Bild 2: Spektrogramm. Bandbreite und Frequenzauflösung wie oben, Zeitauflösung 33 ms. Zufällig zeigt sich während der Messung ein „echter“ TCH am linken Bildrand.**

Ändert man jetzt die Frequenz des Generators, so dass sich das künstliche Signal unter das LTE-Signal schiebt, ist es fast nicht mehr zu erkennen.

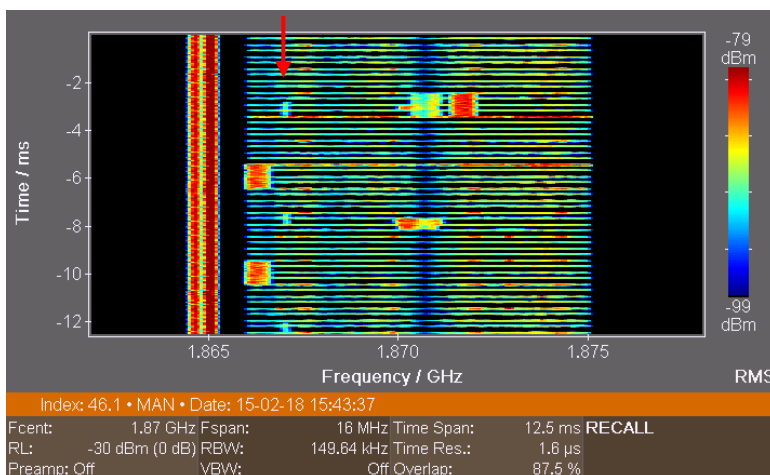


**Bild 3: Spektrogramm. Bandbreite (Fspan) 15 MHz, Frequenzauflösung (RBW) 10 kHz, Zeitauflösung (Time Resolution) 21 ms.**

Ein übliches Spektrogramm mit einer zeitlichen Auflösung im Bereich von 20 ms ist in diesem Fall also nicht hilfreich.

## Das High-Resolution Spectrogram: Tieferer Einblick

Hier kommt die Betriebsart *IQ Analyzer Mode* mit ihrer Darstellungsart *HiRes Spectrogram* zum Einsatz. Sie bietet eine zeitliche Auflösung von bis zu 1  $\mu$ s.



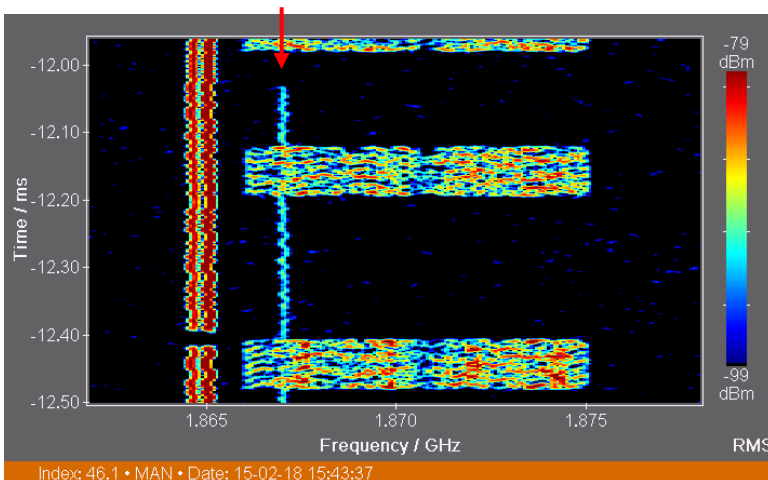
**Bild 4: High-Resolution Spectrogram Full. Bandbreite (Fspan) 16 MHz, Frequenzauflösung (RBW) ca. 150 kHz, Zeitauflösung (Time Resolution) 1,6  $\mu$ s. Für die Darstellung (und nur für die Darstellung!) hat das Gerät die Daten auf die Auflösung des Displays komprimiert.**

Im vorliegenden Beispiel hat der IDA 2 einen Realtime IQ Stream von 12,5 ms Länge aufgezeichnet und daraus Spektren mit einem zeitlichen Abstand von 1,6  $\mu$ s berechnet. Das heißt, er hat 7805 Spektren im Speicher. In der Darstellungsart *HiRes Spectrogram Full* komprimiert

das Gerät diese 7805 Spektren so, dass es das gesamte Signal von 12,5 ms Länge anzeigen kann. Bereits hier kann man das GSM-Signal unter dem LTE-Signal erkennen.

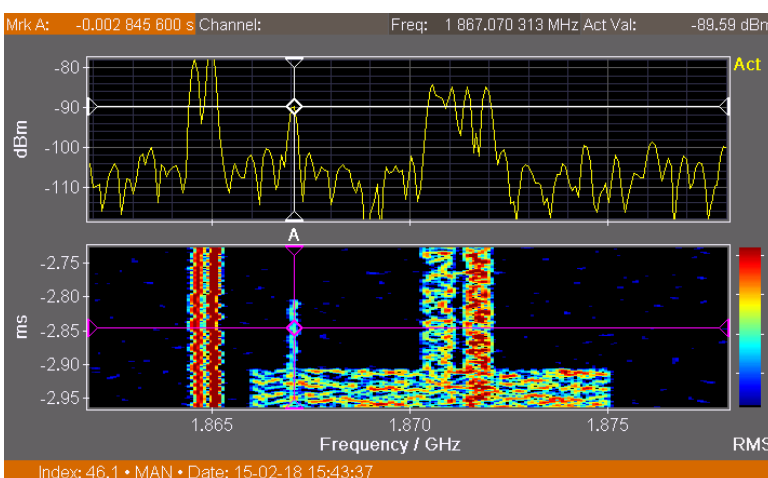
## Das High-Resolution Spectrogram Zoom: Die ganze Wahrheit

Wenn man die Darstellung auf *HiRes Spectrogram Zoom* ändert, repräsentiert jede Zeile des Displays genau eines der 7805 Spektren. Da sich nur ein kleiner Teil der 7805 Spektren darstellen lässt, muss man jetzt „durch die Zeit“ scrollen (Bild 5). Um einen Eindruck von der Informationsmenge zu erhalten, wurden in Bild 7 (am Ende dieses Dokuments) alle 7805 Zeilen grafisch aneinandergesetzt.



**Bild 5: High-Resolution Spectrogram Zoom.**  
Basis ist derselbe Datensatz wie bei High-Resolution Spectrogram Full.

Da die Daten aller Spektren vorhanden sind, lässt sich jedes Spektrum konventionell auch als Amplitude über der Frequenz darstellen, indem man mit dem Marker die entsprechende Zeile des Spektrogramms anfährt.

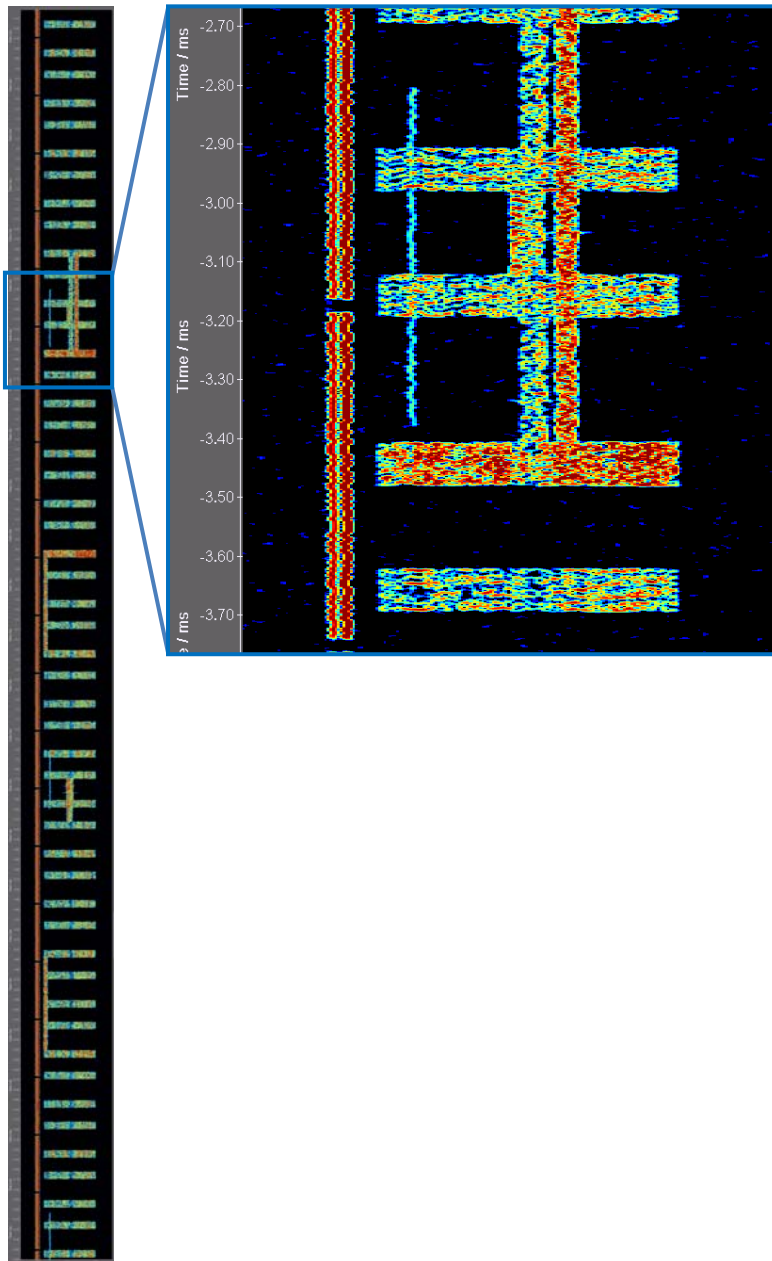


**Bild 6: High-Resolution Spectrogram Zoom mit gemischter Darstellung.** Mit dem Marker kann man durch das Spektrogramm scrollen und die zugehörigen Spektren aufrufen, um z. B. den exakten Pegel des Störers zu einem bestimmten Zeitpunkt auszumessen.

Bei dieser Auflösung kann man das künstliche Signal klar sehen. Sein Anfang und sein Ende liegen nicht im Zeitraster des LTE-Signals, was das Signal als Störer klassifiziert. Misst man die Länge mit Hilfe von Markern aus, erkennt man die typische Pulslänge eines GSM-Zeitschlitzes, was im realen Fall auf eine Interferenz mit GSM deutet. Der zeitliche Versatz gegenüber den beiden BCCHs zeigt außerdem, dass die Störung nicht von deren Basisstation kommen kann.

Auf einen Blick werden also viele Fragen zum Problemfall „Signal unter Signal“ geklärt. Das ist möglich, weil das *High-Resolution Spectrogram* eine mehr als 10.000fach höhere Auflösung hat als das herkömmliche Spektrogramm: 1,6  $\mu$ s gegenüber ca. 20 ms. Das hier dargestellt Zeitfenster des *High-Resolution Spectrograms* von 12,5 ms Länge mit seinen 7805 Spektren würde im herkömmlichen Spektrogramm gerade zu einer einzigen Linie zusammengefasst. Kein Wunder also, dass man dort nichts Vergleichbares sehen kann.





**Bild 7: Veranschaulichung der Auflösung im High-Resolution Spectrogram.**  
Links sind alle 785 Zeilen des Spektrogramms grafisch aneinandergesetzt.  
Rechts ist ein Ausschnitt vergrößert, der zwei bis drei Bildschirmhalten beim Scrollen durch das High-Resolution Spectrogram Zoom entspricht.

#### Weitere Technical Notes

TN101: IQ-Daten erfassen mit NRA und IDA

TN103: Signal unter Signal – IDA 2 macht Nutz- und Störsignale transparent

TN106: IDA 2: Receiver oder Spectrum Analyzer? Receiver und Spectrum Analyzer!

Download von  
www.narda.com > Testing > Service  
> Produktliteratur > IDA/NRA > [Technical Notes](#)

**Narda Safety Test Solutions GmbH**  
Sandwiesenstrasse 7  
72793 Pfullingen, Germany  
Phone +49 7121 97 32 0  
info@narda-sts.com

www.narda-sts.com

**Narda Safety Test Solutions**  
North America Representative Office  
435 Moreland Road  
Hauppauge, NY11788, USA  
Phone +1 631 231 1700  
info@narda-sts.com

**Narda Safety Test Solutions GmbH**  
Beijing Representative Office  
Xiyuan Hotel, No. 1 Sanlihe Road, Haidian  
100044 Beijing, China  
Phone +86 10 6830 5870  
support@narda-sts.cn

® Namen und Logo sind eingetragene Warenzeichen der Narda Safety Test Solutions GmbH – Handelsnamen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer.