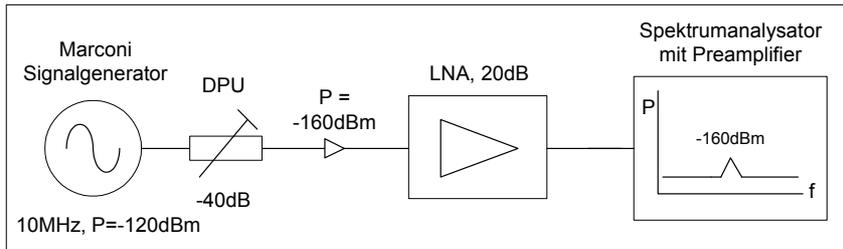


## Verbesserung der Empfindlichkeit eines Spektrumanalysators

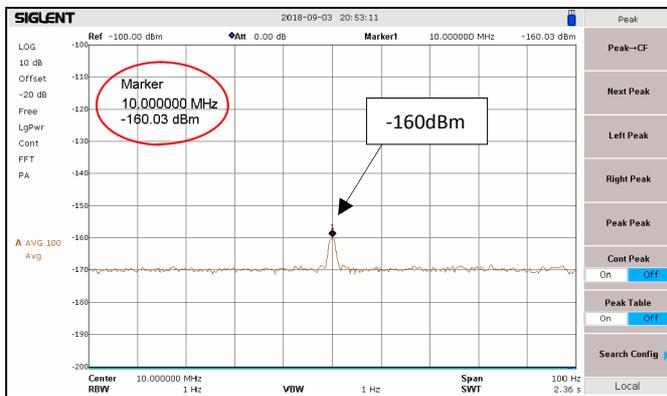
Mit Spektrumanalysatoren können HF-Signale bis herunter zu etwa -140dBm gemessen werden. Sollen noch kleinere Signale gemessen werden, läßt sich bei vielen Analysatoren (Siglent, Rigol, R&S) ein interner, breitbandiger HF-Vorverstärker (Preamplifier) zuschalten, welcher die Rauschzahl des Analysators verkleinert, so dass Messung bis -150dBm bei 10Hz Auslösungsbandbreite möglich sind. Sollen noch kleinere Signale identifiziert werden oder das Seitenbandrauschen von Oszillatoren, dann muß noch ein weiterer, externer HF-Breitbandverstärker (LNA) vor den Eingang des Analysators geschaltet werden. Der Analysator erreicht damit eine Rauschgrenze (Messgrenze) von  $\leq -170$ dBm, bezogen auf eine Auflösungsbandbreite von 1Hz.



**Bild 1: Ermittlung der Grenzempfindlich eines Analysators mit einem zusätzlichen Vorverstärker (LNA)**

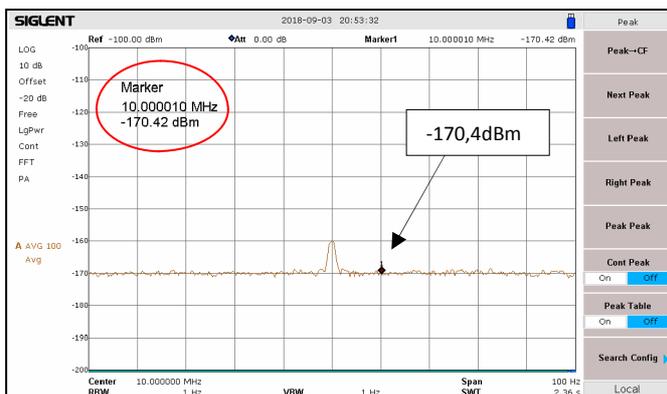
### Grenzempfindlichkeit für CW-Signale

In **Bild 1** wird ein CW-Signal von -160dBm (2,2nV) bei 10MHz über einen Vorverstärker (Gain=20dB) auf den Eingang eines Analysators gegeben. Der Analysator arbeitet mit seiner geringsten Auflösungsbandbreite (RBW) von 1Hz und aktiviertem, internen Preamplifier (Gain= 20dB). Die HF-Vorverstärkung insgesamt beträgt somit insgesamt 40dB. Das CW-Signal erscheint im Bildschirm des Analysators mit einem Pegel von -160,1dBm (**Bild 2**) und liegt noch 10dB über dem Analysator Grundrauschen von -170dBm (**Bild 3**). Ein Signal von  $P = -170$ dBm ist demnach mit +3dB über Rauschen noch erkennbar und fehlerfrei messbar.



**Bild 2: Ein CW-Signal von -160dBm erscheint mit 10dB über Rauschen**

Einstellungen am Analysator:  
 Center 10MHz, Span 100Hz, RBW 1Hz  
 Attenuation 0dB, Preamplifier ON,  
 Offset -20dB, Average 100



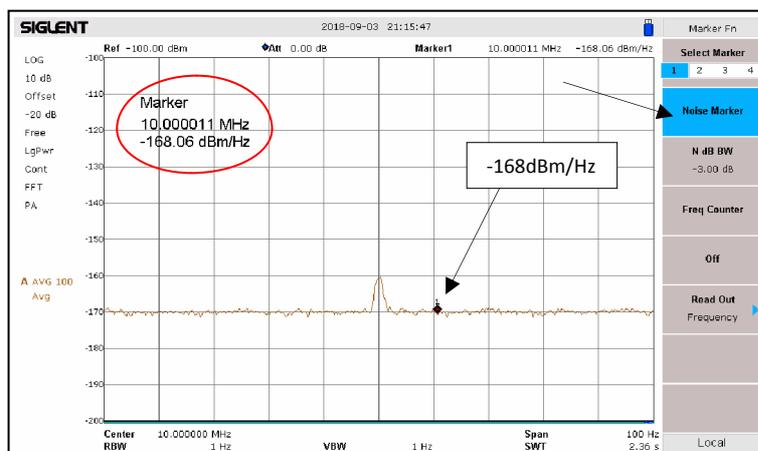
**Bild 3: Messgrenze für CW-Signale, Analysator Grundrauschen (Grenzempfindlichkeit) = -170,4dBm**

### Grenzempfindlichkeit für Rauschsignale

Sollen Rauschsignale gemessen werden, wie z.B. das Seitenbandrauschen eines Oszillators, muß die "Noise-Marker"-Funktion des Analysators aktiviert werden. In dieser Einstellung misst der Analysator jedes Signal bezogen auf eine (theoretische) Rauschbandbreite von "1Hz". Der Marker in **Bild 4** zeigt jetzt einen Grundrauschpegel von -168dBm/Hz an. Obwohl das Grundrauschen in **Bild 3 und 4** jeweils mit 1Hz-Auflösungsbandbreite (RBW) gemessen wurde, entsteht eine Differenz von

$$B_k = -168\text{dBm/Hz} - (-170,4\text{dBm}) = 2,4\text{dB}.$$

Diese Differenz entsteht aufgrund der unterschiedlichen Größen von "Auflösungsbandbreite" zu "Rauschbandbreite", die der Analysator automatisch berechnet und korrigiert anzeigt. Das Ergebnis von -168dBm/Hz in **Bild 4** gilt für eine Rauschbandbreite von 1Hz und ist korrekt. Rauschleistungen sollte man grundsätzlich nur über die Noise-Marker-Funktion des Analysators messen, oder man korrigiert die Ergebnisse selbst.



Einstellungen Analysator:  
Noise Marker ON

**Bild 4: Messgrenze für Rauschsignale: -168dBm/Hz**

Die Rauschzahl des vorgeschalteten LNA's sollte möglichst gering sein, da sie für die erreichbare Empfindlichkeit des Analysators mit verantwortlich ist. Im Beispiel beträgt sie 4.5dB, mit einer geringeren Rauschzahl kann die Empfindlichkeit des Analysators weiter vergrößert werden.

Werner Schnorrenberg  
DC4KU  
04.09.2018

### Literatur:

- (1) Messung des Seitenbandrauschens von Empfängern und Oszillatoren  
W.Schnorrenberg, DC4KU  
FA 10/2018  
<https://dc4ku.darc.de/Messung-Seitenbandrauschen.pdf>