

# Erklärung der Begriffe für die Sherwood-Tabelle zur Empfängerleistung

Von links nach rechts, beginnend mit der Rauschgrenze:

Die **Rauschgrenze** misst, wie schwach ein Signal sein kann, das man noch hören kann. Praktisch ist sie nur auf den höheren KW-Bändern von Bedeutung, aufgrund des höheren Bandrauschpegels auf den niedrigen Bändern. Dies setzt voraus, dass Sie über Ihre Sendeantenne hören. Wenn Sie eine Beverage-Antenne oder eine Schleife mit niedriger Verstärkung verwenden, könnte es auf jedem Band ein Problem sein.

Die Rauschgrenze wird mit einer CW-Filterbandbreite von 500 Hz gemessen, vorausgesetzt, das Funkgerät verfügt über ein CW-Filter. Bei der Messung wird vermerkt, wenn das Funkgerät nur über eine SSB-Bandbreite verfügt. Ältere Funkgeräte (Drake, Collins) hatten keinen schaltbaren Vorverstärker. Vergleichen Sie sie mit einem modernen Funkgerät mit eingeschaltetem Vorverstärker oder Vorverstärker Nr. 1. Eine Rauschgrenze von -135 dBm ist auf 15 Metern an einem ruhigen ländlichen Standort mehr als ausreichend. Eine niedrigere Rauschgrenze (-138 dBm) könnte auf 10 Metern an einem ruhigen Standort nützlich sein. Ernsthafte 6-Meter-DXer verwenden oft einen externen rauscharmen Vorverstärker, um die Rauschgrenze auf -140 dBm oder einige dBm niedriger zu bringen. Wenn Sie in der Stadt sind, spielt kaum etwas davon eine Rolle aufgrund des ganzen lokalen Rauschens. (Auf 15–6 Metern wäre eine Hardline wichtig, um den Speiseverlust zu reduzieren und die Rauschgrenze optimal zu nutzen.)

Die Rauschgrenze wird in dBm (Leistung) angegeben. Betrachten Sie es als eine ähnliche Messung wie die Empfindlichkeit bei SSB, die ich in Mikrovolt ( $\mu\text{V}$ ) angebe. Die Rauschgrenze ist ein 3 dB S+N/N-Verhältnis, normalerweise gemessen bei 500 Hz Bandbreite. Die Empfindlichkeit ist ein 10 dB S+N/N-Verhältnis, normalerweise gemessen mit einer 2,4 kHz Bandbreite für SSB. Aufgrund der größeren Bandbreite bei SSB klingt das Signal im Vergleich zum Rauschen akustisch etwa gleich.

## **AGC-Schwelle:**

Die Schwelle ist der Signalpegel, unterhalb dessen die Empfängerverstärkung voll aufgedreht ist. Auch dies ist hauptsächlich auf 20 Metern und darüber von Bedeutung, da das S-Meter bei Rauschen auf den unteren Bändern oft am Anschlag ist. Wenn das Bandrauschen mehrere S-Einheiten am S-Meter anzeigt, wird ein Signal nie unter der AGC-Schwelle liegen. Einige neuere Funkgeräte lassen Sie die AGC-Schwelle einstellen, obwohl sie möglicherweise nicht bandbezogen "gespeichert" wird, was hilfreich wäre. Bei modernen Funkgeräten mit schaltbarem Vorverstärker bevorzuge ich eine Schwelle von 2,5  $\mu\text{V}$  mit ausgeschaltetem Vorverstärker und 1  $\mu\text{V}$  mit eingeschaltetem Vorverstärker.

## **Blocking:**

Blocking tritt auf, wenn das Funkgerät gerade beginnt, durch ein Signal außerhalb des Durchlassbereichs zu übersteuern. Es liegt normalerweise etwa 30 dB über dem Dynamikbereich des Funkgeräts (der unten beschrieben wird). Wenn ein Funkgerät einen guten Dynamikbereich hat, dann hat es auch einen guten Blocking-Wert. 130 dB ist ein guter Wert. Bei Direct-Sampling-Funkgeräten ist Blocking technisch nicht der richtige Begriff. Ein A/D-Wandler hat einen absoluten

Übersteuerungspunkt, im Gegensatz zu einem 1 oder 3 dB Verstärkungskompression-Punkt.  
Hinweis: Sofortige Übersteuerung durch viele starke Signale kann dazu führen, dass die Übersteuerungsanzeige flackert, aber möglicherweise keine hörbare Nebenwirkung hat.

### **Empfindlichkeit:**

Diese Leistungskennzahl gibt es mindestens seit den 1940er Jahren. Ich gebe sie in  $\mu\text{V}$  an, wie oben erwähnt. Um sie zu messen, wird ein Signalgenerator in das Funkgerät eingespeist und der Ausgang am Lautsprecher auf einem RMS-Voltmeter abgelesen. Der Generatorpegel wird so eingestellt, dass der Unterschied zwischen eingestimmtem Signal und einem Signal außerhalb des Durchlassbereichs 10 dB beträgt. Mit anderen Worten, das Signal ist 10 dB stärker als das Empfängerrauschen. Ebenso steigt bei der Messung der Rauschgrenze im CW-Modus das Signal um 3 dB, wenn es eingestimmt wird.

### **Phasenrauschen:**

Alte Funkgeräte (Collins, Drake, Hammarlund, National) verwendeten einen VFO oder PTO und Kristalloszillatoren, um die Bänder abzustimmen. Jedes Rauschen in der lokalen Oszillator (LO)-Kette war minimal. Als in den 70er Jahren synthetisierte Funkgeräte aufkamen, hatte der LO Rauschen. Es wird durch Phasenjitter in der Schaltung verursacht und erzeugt erhebliche Rauschseitenbänder auf dem LO. Dies kann sich mit einem starken Signal außerhalb des Durchlassbereichs des Funkgeräts mischen und Rauschen auf das schwache Signal legen, das Sie zu empfangen versuchen.

Dies ist in einigen Fällen ein erhebliches Problem: Sie haben einen benachbarten Funkamateurl in der Nähe, während des Field Day, wenn es mehrere Sender am selben Standort gibt, und sicherlich in einer Multi-Multi-Contest-Station. Sie möchten, dass der Wert besser als 130 dBc/Hz bei 10 kHz ist. Ein nicht-synthetisiertes Funkgerät, wie ein Drake oder Collins, hat so wenig lokales Oszillatorrauschen, dass die Messungen näher dran zwischen 2 und 5 kHz durchgeführt wurden.

Hinweis: Sehr wenige ältere Superhet-Funkgeräte haben ein niedriges Phasenrauschen, obwohl die meisten Direct-Sampling-Funkgeräte ein niedriges Phasenrauschen haben. Die ARRL hat seit 2013 deutlich niedriges Phasenrauschen (RMDR) betont. (RMDR = Reciprocal Mixing Dynamic Range) Um meine LO-Rauschen (dBc/Hz)-Spaltendaten in RMDR umzurechnen, subtrahieren Sie 27 dB für eine 500-Hz-Bandbreite.

### **Frontendselektivität:**

Dies ist heute weniger ein Problem, da fast jedes Funkgerät einen Halboktar-Filter im Frontend hat. Der R-390A hatte das beste jemals gebaute mechanische Frontend (Preselektor), wobei Drake und Collins etwas dahinter lagen. Der R-390A-Preselektor folgte dem Abstimmknopf, während man den Drake und Collins manuell abstimmen musste. Eine kleine Anzahl von Superhet-Funkgeräten heute haben einen Preselektor, der dem Hauptabstimmknopf folgt.

Hinweis: Direct-Sampling-Funkgeräte sind anfälliger für Übersteuerung durch sehr starke Signale innerhalb eines bestimmten Bandes, da sie keinen Roofing-Filter wie bei Down-Conversion-Funkgeräten haben. Einige Direct-Sampling-Funkgeräte haben einen nachführenden Preselektor, der in Umgebungen wie dem Field Day oder wenn ein anderer Funkamateurl in der Nähe Ihres QTH ist, bis zu einem gewissen Grad hilft.

### **Filter-Ultimate:**

In der alten Zeit war Filter-Leckage ein Problem. Entweder hatte der Filter nicht viele Pole, oder es gab Leckage um den Filter herum (Filter-Überschlag). 70 dB war ein typischer Wert. Als sich die Funkgeräte verbesserten, wurde es üblich, Doppelkonversion zu haben, mit einem Kristallfilter bei 5 bis 10 MHz und dann einem weiteren Filter bei 455 kHz. Selbst wenn jeder Filter nur 70 dB Dämpfung bot, war nach zweimaliger Dämpfung des Signals außerhalb des Durchlassbereichs die Filterleckage kein Problem mehr.  $2 \times 70 \text{ dB} = 140 \text{ dB}$ .

Dann kamen synthetisierte Funkgeräte mit Phasenrauschen. Nun wurde das Problem, dass das nahe Phasenrauschen die Unterdrückung des Filters begrenzt. Anstatt Signalleckage am Rand des Filters zu hören, hört man Rauschen vom LO, genannt reziprokes Mischen.

Ich messe das Filter-Ultimate einige Filterbandbreiten vom Durchlassbereich entfernt. Bei CW wären das ein paar kHz, und bei SSB wären das 4 bis 6 kHz. Die meisten der älteren Superhet-Funkgeräte nahe der Spitze der Liste sind phasenrauschbegrenzt. Die meisten der älteren Funkgeräte nahe dem unteren Ende der Liste sind leakagebedingt begrenzt, wenn man eine Verallgemeinerung macht.

Hinweis: Neue Direct-Sampling-Funkgeräte haben im Allgemeinen sowohl ein ausgezeichnetes Phasenrauschen als auch eine Filterunterdrückung. Bei SSB ist typischerweise der übertragene Splatter von einer Station, die einige kHz entfernt ist, die Empfangsgrenze, nicht die Filterleistung.

### **Dynamikbereich:**

Jetzt kommen wir zum Wesentlichen. Ich begann 1976 mit dem Testen von Funkgeräten, weil die ARRL den Drake R-4C als sehr gut bewertete, aber in einem CW-Contest war er schrecklich. Das Funkgerät übersteuerte in einem CW-Pile-up, also beschloss ich herauszufinden, was mit ihren Tests falsch war. 1975 hatte die League begonnen, Rauschgrenze und Dynamikbereich zu testen, neue Begriffe für die meisten Funkamateure. Der störungsfreie Dynamikbereich misst, wie das Funkgerät mit starken unerwünschten Signalen gleichzeitig mit einem schwachen erwünschten Signal umgehen kann, ohne zu übersteuern. Wenn ein Funkgerät übersteuert, beginnt es, seine eigenen Störsignale zu erzeugen.

Der Dynamikbereich wird definiert als der Pegel in dB, bei dem zwei starke Testsignale im Funkgerät Verzerrungen erzeugen, die der Rauschgrenze entsprechen. Das Funkgerät kann also diesen Bereich von Signalen bewältigen, bevor die starken Signale gerade beginnen, das Funkgerät zu übersteuern.

Die League testete ursprünglich den Dynamikbereich nur bei einem Testabstand von 20 kHz, was zu diesem Zeitpunkt vernünftig war. Aber als Mehrfachkonversions-Funkgeräte zur Norm wurden, war dieser Test unzureichend. Das Drake-Beispiel war ein Paradebeispiel. Wenn die beiden Testsignale 20 kHz voneinander entfernt sind, liegen die Übersteuerungsverzerrungsprodukte 20 kHz auf jeder Seite des Paares von Testsignalen. Mit anderen Worten, die League testete, als ob die QRM immer 20 und 40 kHz entfernt sein würde! In Wirklichkeit wird die QRM wahrscheinlich in der Nähe sein.

1977 veröffentlichte ich einen Artikel im "ham radio magazine", der dieses Thema behandelte. Ich testete den betroffenen R-4C bei 2 kHz zusätzlich zu 20 kHz. In diesem Fall betrug der 20-kHz-Dynamikbereich über 80 dB, aber der 2-kHz-Dynamikbereich war weniger als 60 dB.

Der Roofing-Filter des R-4C ist 8 kHz breit, und in einem CW-Contest gab es viele Signale innerhalb dieses 8-kHz-Filters, die das Funkgerät übersteuerten. Ich installierte einen 600-Hz-

Roofing-Filter im R-4C, und das Problem verschwand. Bei Tests des von Sherwood modifizierten R-4C bei 2 kHz betrug der Dynamikbereich über 80 dB, genauso wie beim 20-kHz-Test.

Die meisten Funkgeräte in den 70er und 80er Jahren waren aus zwei Gründen auf Aufwärtskonversion umgestiegen. Dies beseitigte die Notwendigkeit eines Preselektors und ermöglichte einen allgemeinen Empfang ohne Totpunkt gleich der ersten ZF-Frequenz. Im Aufwärtskonversions-Funkgerät lag die erste ZF immer über 10 Metern und oft über 6 Metern. Alle ersten ZF-Filter waren mindestens 15 kHz breit, und darin lag das Problem. Die 8-kHz-erste-ZF von Drake war schlimm genug, und jetzt hatten fast alle Funkgeräte für mehr als 20 Jahre eine erste ZF, die mindestens 15 kHz breit war. Fast alle von ihnen hatten einen nahen Dynamikbereich von etwa 70 dB. Das war gerade ausreichend für SSB und unzureichend für CW.

Seit mehr als 40 Jahren teste ich Funkgeräte, und ich beschloss, die Tabelle auf meiner Website nach dem nahen Dynamikbereich bei 2 kHz Abstand zu sortieren. Dies war der "Säuretest" für den CW-Contest / DX-Pile-up-Betrieb.

Im Jahr 2003 kam der Ten-Tec Orion auf den Markt, und er kehrte zu einer 9-MHz-ersten-ZF zurück (anstatt 40 bis 70 MHz) und bot einen schmalen CW-Roofing-Filter an, wie ich ihn zum Drake hinzugefügt hatte. Es war das erste kommerzielle Gerät, das besser war als der von Sherwood mit einem Roofing-Filter modifizierte R-4C. Später kam der Elecraft K3 auf den Markt, und jetzt haben Yaesu und Kenwood das, was jetzt "Down-Conversion"-Funkgeräte mit einer niedrigen ersten ZF-Frequenz genannt wird.

Was brauchen Sie in Bezug auf den nahen Dynamikbereich? Sie wollen einen Wert von mindestens 70 dB für SSB und mindestens 80 dB für CW. Ein Sicherheitsfaktor von 10 dB wäre schön, das bedeutet, Sie würden 80 dB für SSB und 90 dB für CW bevorzugen. Jetzt gibt es ungefähr 20 Funkgeräte, die diese Spezifikation erfüllen.

Hinweis: Mehrere Transceiver haben mehrere Einträge auf meiner Website. In einigen Fällen, wie beim K3, der seit über 10 Jahren erhältlich ist, hat sich die Leistung über dieses Jahrzehnt verbessert. Es gibt mehrere "zweite Muster" von Funkgeräten, die in den letzten 1 bis 5 Jahren getestet wurden. Direct-Sampling-Funkgeräte haben mehr Variation von Muster zu Muster als ältere Superhet-Funkgeräte.

Rob Sherwood NC0B

Rev F