

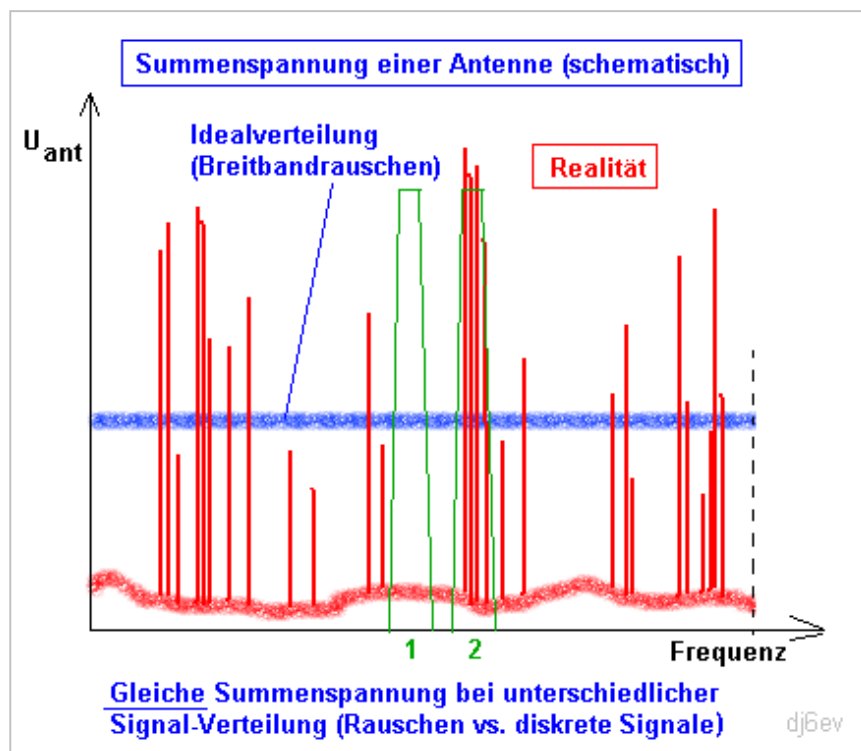
## Antennen-Summenspannung und RX-Intermodulation

Ich möchte hier einmal darlegen, warum man die Empfangseigenschaften (Großsignalverhalten / IM2+IM3) eines Empfängers praktisch nicht an der maximalen Summenspannung einer Antenne ausrichten kann. Dies ist eine stark vereinfachte Darstellung der Gründe, damit ich's selber noch verstehen kann. Geht vielleicht etwas durcheinander, ist aber hoffentlich nachvollziehbar.

Die breitbandig gemessene Spannung (bzw. Leistung) an einer Antenne ist die vektorielle Summe aller Signale, die über den gesamten empfangenen Frequenzbereich verteilt sind. Hier fangen die Schwierigkeiten für eine reproduzierbare Definition schon an:

1. Die Bandbreite einer Antenne ist im Prinzip unbestimmt und eigentlich unendlich groß. Man kann durchaus mit einer 40m Drahtantenne sehr schön die Träger sowohl der Mittel-/Langwelle als auch des UKW-Rundfunks auf einem Spektrum-Analysator sehen.
2. Jede Antenne hat eine Vielzahl ausgeprägter Resonanzen (deren Breite wir gemeinhin als nutzbare "Bandbreite" ansehen). Dadurch werden natürlich alle Signalamplituden drastisch beeinflusst. Diese Empfangseigenschaften sind extrem variabel und abhängig von Aufbau und Ort, also absolut nicht reproduzierbar.
3. Die Signale sind unbestimmbar unterschiedlich groß und starken Schwankungen praktisch in Sekundenschnelle unterworfen (Fading und Modulation/Tastung).

Das folgende Bild stellt schematisch (nur qualitativ) den Unterschied zwischen einem idealen Breitbandrauschen (blau) und der wirklichen Verteilung dar. In beiden Fällen soll die Summenspannung gleich groß sein.



Ein Empfänger mit einer Vorselektion filtert nun aus dem Gesamtspektrum ein Fenster mit einer relativ schmalen Bandbreite heraus. Dies ist im Bild schematisch mit den beiden Kurven "1" und "2" (grün) dargestellt.

Während nun im fiktiven Idealfall (Rauschen, blau) die am RX ankommende Leistung recht einfach aus der Summenleistung berechnet werden könnte, sieht das in Wirklichkeit leider eben nicht so schön aus. Hier sind im Falle "1" kaum Signale enthalten, während sie im Fall "2" sehr zahlreich und sehr stark vertreten sind.

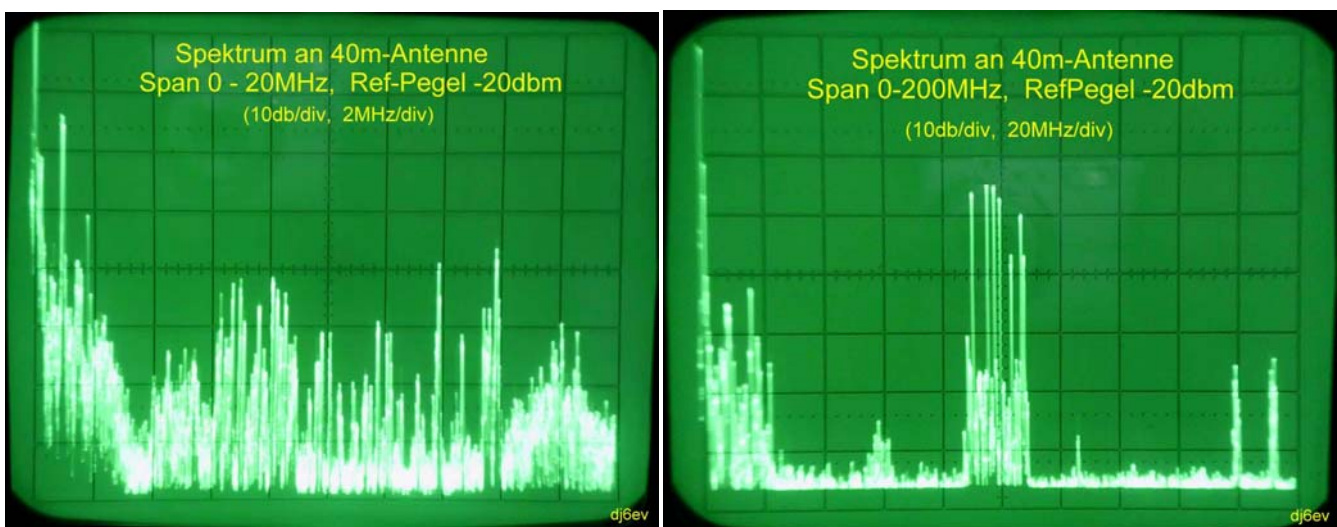
Folglich treten Intermodulationsprodukte mangels starker Signale im Selektionsbereich entweder gar nicht auf, oder sie können aufgrund der Häufung solcher starken Träger ziemlich deutlich bemerkbar sein. (Ich setze hier voraus, dass Signale im Sperrbereich der Vorselektion keine IM im Filter selbst erzeugen, sondern durch die Totalreflexion praktisch keine Rolle spielen).

Dazu kommen noch solche Unsicherheiten:

IM-Produkte können zwar in großer Zahl erzeugt werden, wirken aber nur dann als störend, wenn sie folgende Bedingungen erfüllen:

1. Sie liegen im Durchlassbereich des Vorfilters und könnten bei entsprechender Stärke auch schon den Mischer beeinflussen.
2. Sie liegen im Durchlassbereich des jeweiligen ZF-Filters und stören direkt (Rauschen, Pfeifen, Brodeln)

Das heißt, dass evtl. in einem Fall durchaus IM-Produkte vorhanden sind, aber gar nicht stören. Aber schon bei einer Verstimmung des RX um wenige kHz kann das ganz anders aussehen.



Spektrum an meiner 42m endgespeisten Antenne ohne selektive Anpassung. Auf dem linken Bild sieht man sehr schön den MW- und KW-Bereich, auf dem rechten den UKW-Rundfunkbereich.

#### Das Fazit aus dem Kram:

Bei der Konzeption eines Empfängers zählt nur der möglichst hohe verzerrungsfreie Dynamikbereich. Der IP3 und die Grenzepfindlichkeit (MDS, Eigenrauschen) jeweils alleine betrachtet, reichen nicht aus, sondern nur deren Kombination.

Hier sind eben die Erfahrungswerte so, dass ein IM-freier Dynamikbereich von 100-105db (500Hz), bzw. 95-100db bei SSB (2500Hz) für 99,9% aller Empfangsbedingungen ausreicht, wenn das Dynamikfenster entsprechend den Empfangsbedingungen angepasst werden kann (Abschwächer, VV).

Da sich aus den o.g. Gründen keine zuverlässige "wirklichkeitsnahe" Messmethode anwenden lässt (so wie es Eric angefragt hatte), hat sich eben die Zweitton- (plus MDS- oder NF-) Messung als sinnvoller Kompromiss eingebürgert. Sie führt immerhin zu einwandfrei reproduzierbaren Vergleichen zwischen verschiedenen Empfängern.

Die Feststellung von IM-Störungen im realen Betrieb an einer Antenne kann tatsächlich eigentlich nur dadurch erfolgen, dass man durch Einschalten eines Eingangs-Abschwächers die Signalqualität bzw. den Störabstand überprüft. Wenn sich die Störsignale stärker als das Nutzsignal abschwächen oder sogar verschwinden (also der Störabstand größer wird), sind es eben Phantomsignale, bzw. IM-Produkte gewesen. Diese Methode wird bei Spektrum-Analysatoren schon immer angewendet - alle Signale, die sich um mehr als die gewählte Dämpfungsstufe verändern, sind unecht.

Zum Schluss mein übliches Nachtgebet:

Ein RX mit einem IP3 von "nur" +20dbm, aber einer Rauschzahl von  $\leq 10$ db ergibt ein Dynamikfenster von 104-105db bei 500Hz, 99-100db bei 2500Hz. Das sind eben die von mir bescheidenerweise angestrebten 10db Verbesserung gegenüber dem K2 und entsprechen etwa den Daten des K3.

Für mich ist eine höhere Empfindlichkeit bei etwa gleichem Dynamikbereich wichtiger, da man dann mehr Flexibilität bei der Anpassung an höhere Antennenspannungen (größerer IP3) durch IM-freie Abschwächer hat. Aber es spricht natürlich absolut nichts gegen einen Rx mit 115db Dynamik....

So, das war' - eigentlich alter Kram in neuer Verpackung.

73, Horst