

Perseus

Acht Marker, die das DXen verändern

Ab der Software-Version 2.1h bietet der Perseus bis zu acht „Marker“, deren Werte in einer Log-Datei dokumentiert werden. Nils Schiffhauer, DK8OK, zeigt im Folgenden, was da eigentlich gemessen wird und was man mit diesen Daten anfangen kann. Übrigens nicht allein mit dem Perseus, sondern auch mit anderen Receivern, bei denen der Pegel aufgezeichnet und mit einer Tabellenkalkulation genutzt werden kann.

Schon seit seiner ersten Software-Version bot der Perseus so genannten „Marker“. Sie lassen sich mit Mausclick auf beliebige Frequenzen innerhalb der großen Anzeige platzieren. Daraufhin erfolgt eine laufende Anzeige des jeweiligen Pegels. Ab Software-Version 2.1h gibt es acht Marker, deren Werte auf Wunsch in der Datei „markers.log“ abgelegt werden.

Im Folgenden wird das Konzept dieser Marker grundsätzlich vorgestellt und ihre Leistungsfähigkeit mit Schwerpunkt „Ausbreitung“ näher untersucht.

Zunächst: Was wird da eigentlich genau gemessen?

Die **Dimension** lässt sich in den „Software Settings“ wählen zwischen der *Eingangleistung* (dBm) und der *Eingangsspannung* (dB μ V) – *Abbildung 1*.

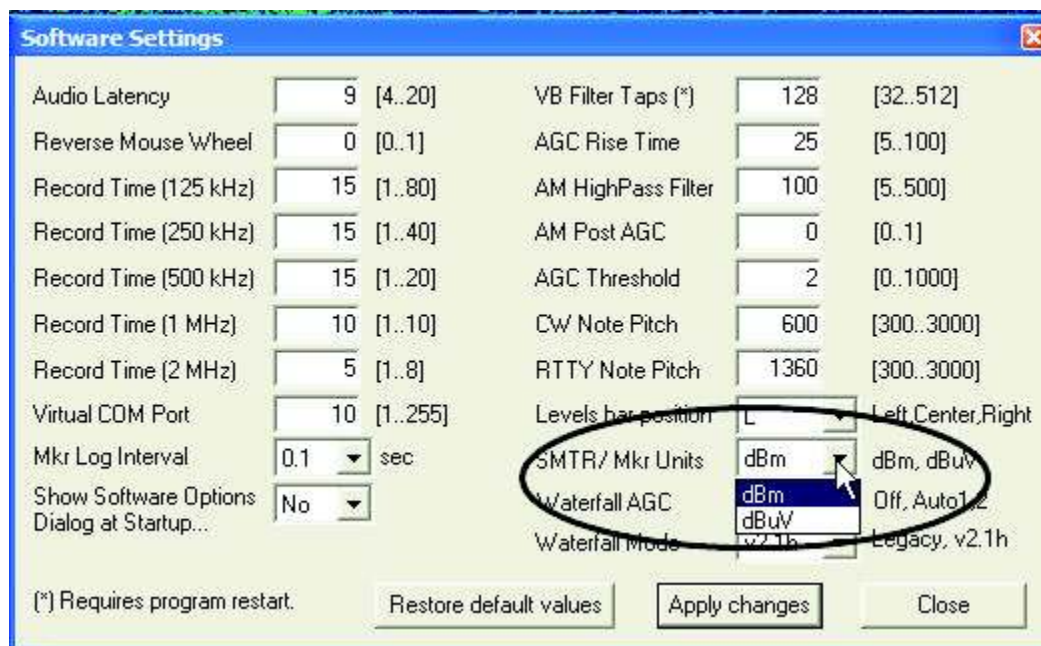


Abbildung 1: Unter „Software Settings“ stellt man die Dimension der Anzeige/Marker ein – dBm oder dB μ V.

Bei der *Leistung* ist der Basiswert 1 Milliwatt (mW) an der Antennenbuchse. Angegeben wird die Abweichung von diesem 1 Milliwatt in Dezibel. 10 dBm sind 10 Milliwatt, 20 dBm sind 100 Milliwatt und -10 dBm betragen 0,1 Milliwatt, -20 dBm entsprechend 0,01 Milliwatt.

Der Wert S9 auf dem S-Meter wird bei -73 dBm *Eingangsleistung* erreicht.¹ Starke Ortssender erreichen an guten Antennen etwa -20 dBm (S9+50 dB auf dem S-Meter). DX-Signale liegen oft deutlich unter S9.

Bei der *Spannung* ist der Basiswert 1 Mikrovolt (μV). Angegeben wird die Abweichung von diesem 1 Mikrovolt in Dezibel. 10 dB μV sind $3,16$ μV , 20 dB μV entsprechen 10 μV und -10 dB μV sind $0,316$ μV . Der Wert S9 auf dem S-Meter wird bei 50 μV *Eingangsspannung* erreicht. Starke Ortssender kommen an guten Antennen auf etwa 84 μV (S9+50 dB auf dem S-Meter) – *Abbildung 2*.

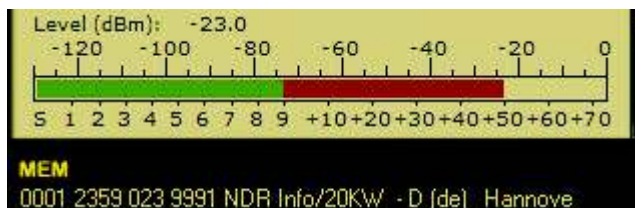


Abbildung 2: Der hiesige Ortssender bringt es auf einen Pegel von -23 dBm. Und zwar bezogen auf die Hörbandbreite von hier 10 kHz, entsprechend also -63 dBm/Hz, wenn der Pegel gleichmäßig innerhalb dieser Bandbreite verteilt wäre.

Die Notierung in Mikrovolt ist ein Relikt, professionell wird mit der *Eingangsleistung* gearbeitet.

Achtung: auch die Notierung in Mikrovolt bezieht sich auf die Spannung, die die Antennenbuchse des Empfängers „sieht“. Es handelt sich hierbei also *nicht* um die „Feldstärke“, die in Mikrovolt je Meter ($\mu\text{V}/\text{m}$) angegeben wird und somit normiert die tatsächlich vorhandene elektromagnetische Felddichte beschreibt. Vereinfacht gesagt, holen gute Antenne aus dem vorhandenen Feld hohe Spannungen/Leistungen heraus, schlechtere Antennen eben niedrigere Spannungen/Leistungen. Das Verhältnis zwischen Feldstärke und Spannung am Ende der Antenne wird als „Antennennfaktor“ bezeichnet. Außer bei zumeist aktiven (Mess)antennen ist dieser Faktor *frequenzabhängig*.

Wir werden uns nachfolgend also hauptsächlich auf die *Leistung in dBm an der Antennenbuchse* beziehen.

Hinweis: Erst mit professionellen Software-defined Radio wie dem Perseus entsprechen die angezeigten und gemessenen Werte innerhalb einer extrem großen Spannweite auch den tatsächlichen Werten! Fast alle sonstigen Receiver zeigen niedrige Werte zu niedrig und hohe Werte zu hoch an. Meistens ist nicht einmal die Anzeige bei S9 korrekt. Solche Skalen und auch die davon durch Software abgeleiteten Anzeigewerte sind *absolut nutzlos*, wenn es um mehr als nur tendenzielle Werte („stärker“ oder „schwächer“) geht!

Von der **Mess-Bandbreite** hängt nun ab, welcher Wert tatsächlich angezeigt wird. In der professionellen Technik bezieht man sich daher immer auf eine Bandbreite von einem Hertz: dBm/Hz oder dB $\mu\text{V}/\text{Hz}$. Durch die Dezibel-Rechnung fällt die Umrechnung auf andere Bandbreiten leicht. Nehmen wir ein DRM-Signal von 10 kHz Bandbreite. Das sind 10.000 Hertz oder 40 dB/Hz. Beträgt also die *Eingangsleistung* (= S-Meter-Anzeige) beim Empfang mit einem 10 -kHz-Filter beispielsweise -50 dBm, so sind es bezogen auf 1 Hz dann nur noch -90 dBm oder -90 dBm/Hz. Das ist einfach zu verstehen – in einen großen Mund passen größere Bissen, ein kleinerer kann nur kleine Happen aufnehmen.

¹ <http://www.giangrandi.ch/electronics/radio/smeter/smeter.html>

Der Perseus besitzt nun gewissermaßen zwei Bandbreiten zur Signalanzeige:

- Das *S-Meter* zeigt den Pegel (Level) an, wie er innerhalb der *Hör-Bandbreite* ansteht. Diese wird bekanntlich mit *BW* gewählt. Sie ist zwischen ca. 20 Hz und 50 kHz wählbar.
- Die *Marker* hingegen zeigen jenen Pegel an, wie er sich durch die Auflösung *der großen Anzeige* (egal, ob Wasserfall oder Spektrum) ergibt – *Abbildung 3*. Dieser mit *RBW* (resolution bandwidth) bezeichnete Wert hängt ab von der Sampling Rate sowie von der dargestellten Bandbreite (Span und Zoom). Somit kann er zwischen 0,03 Hz und 1.953,1 Hz gewählt werden.



Abbildung 3: Die Pegel der Marker folgen der Auflösungsbandbreite (RBW), die in einem der Fenster links im Perseus in Hertz angezeigt wird.

Bei welcher Bandbreite man nun am besten misst und dann entsprechend auf 1 Hz normalisiert, hängt auch von der Modulationsart des Signals ab. Hierzu einige Überlegungen und Empfehlungen:

- **AM**-Rundfunk besteht fast immer aus einem konstanten Träger und zwei Seitenbändern. Auf den Träger entfällt somit immer die Hälfte der angegebenen Sendeleistung, auf die beiden Seitenbänder zusammen maximal in den Modulationsspitzen die andere Hälfte. Setzt man den Marker somit auf den Träger, kann man einigermaßen unabhängig von der Auflösungsbandbreite (RBW) den gemessenen Wert mit dem bei einer Bandbreite von 1 Hz gleichsetzen. Hinweis: bei manchen Sendern wird aber auch der Träger im Takt der Sprache mit moduliert, was bei hoher Zeitauflösung nicht nur das Fading, sondern zusätzlich auch noch die Modulation mit abbildet! Siehe *Abbildung 4*.
- Bei **SSB** ist der Träger so stark unterdrückt, dass er nur selten beim Empfänger nachweisbar ist. Hier sollte man mit einer RBW von etwa 2 kHz messen. Was darüber ist, trägt kaum noch zum angezeigten Pegel bei. Siehe *Abbildung 5*.
- **DRM** ist ein rauschartiges Signal mit drei Pilotträgern. Entweder man misst einen Pilotträger mit einem schmalen Marker (kleiner 10 Hz), wodurch die Anzeige einer Bandbreite von 1 Hz entspricht, oder man entscheidet sich für eine extrem breitbandige Messung, also für einen Ausschnitt im Höchstwert von 1.953,1 Hz. Um daraus die Gesamtleistung des DRM-Signals zu errechnen, muss man dann 3,7 dB hinzurechnen (Faktor 5 = 3,7 dB). Siehe *Abbildung 6*.
- **Rauschen** kann man auch messen – etwa, um den Signal-/Rauschabstand zu zeigen. Hier ist die angezeigte Leistung immer auf 1 Hz umzurechnen.

Hinweis: Bei schmalbandigen Messungen sollte man immer mit extrem starken, doch meist nur kurzzeitigen Einbrüchen rechnen. Hierbei handelt es sich um das *selektive Fading*, das wie ein wandernder Graben durch das Signal läuft. Die Auswirkungen auf den Hör-Empfang von AM-Sendungen sind mit einem Synchrondetektor bei weitem nicht so gravierend, wie es im Diagramm aussieht.

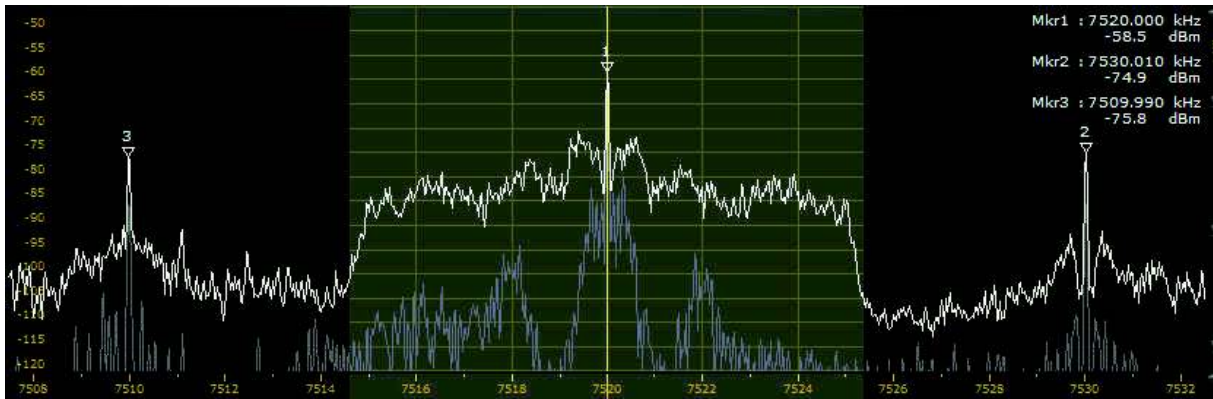


Abbildung 4: Radio Farda in **AM** aus Thailand auf 7.520 kHz ist ebenso breit wie stark moduliert. Eher auch noch überdurchschnittlicher Normalfall auf Kurzwelle sind AM-Signale wie bei Mrk2 (VoA Tinang). Viele DX-Signale produzieren zwar oft ein gutes Signal, sind aber so schwach moduliert, dass sie kaum hörbar sind – Angola 4.950 kHz ist hierfür ein notorisches Beispiel.

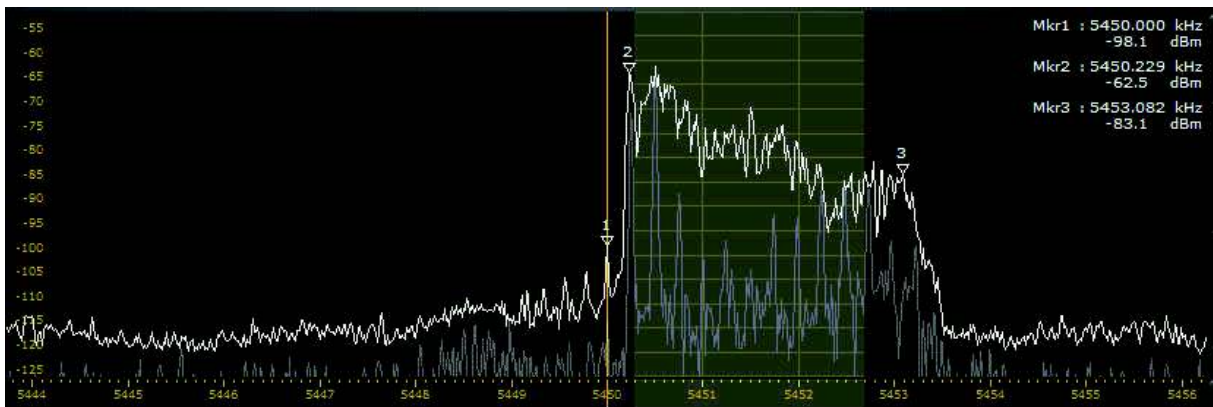


Abbildung 5: Der Flugfunksender der RAF Drayton auf 5.450 kHz sendet in **SSB** im oberen Seitenband. Der Träger (Mkr1) ist gegenüber der stärksten Modulationsfrequenz (Mkr2) um 35,6 dB unterdrückt – ein exzellenter Wert. Die Auswertung derartiger Signale gelingt nur dann, wenn man in diesem Fall einen gut 3 kHz breiten Marker auf die Mitte des – hier oberen – Seitenbandes setzen würde. Der Perseus bietet nur 2 kHz, also sind zu diesem Wert 1,2 dB hinzuzuzählen.

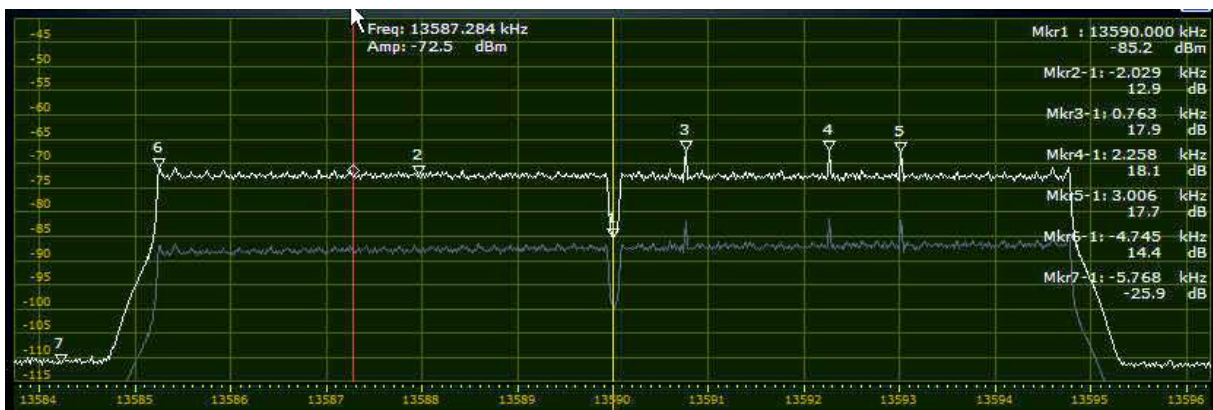


Abbildung 6: Ein **DRM**-Signal der BBC/Sines auf 13.590 kHz, mit 15,26 Hz RBW vermessen, zeigt die Mittenfrequenz (Mkr1), die drei Pilottöne (Mkr3 bis Mkr5) sowie die untere Eckfrequenz. Hinzu

kommen der durchschnittliche Pegel der modulierten PSK-Träger (Mrk2) sowie das Rauschen (Mrk7). Bis auf die letzten beiden Marker sind alle Werte mit dBm/Hz gleichzusetzen. Lediglich bei den „Rauschmarkern“ 2 und 7 sind etwa 12 dB (1 Hz : 15,26 Hz) zu addieren, um hier gleichfalls auf dBm/Hz zu kommen.

In welchen Abständen sollte man messen?

Neben der Frequenzauflösung ist auch die Zeitauflösung wichtig. Die Software 2.1h bietet hier (Software Setting/Mkr Log Interval) zwischen 0,1 und 5 Sekunden praxisnahe Möglichkeiten, kurzzeitige Veränderungen ebenso zu messen wie solche im größeren Abstand – *Abbildung 7*.

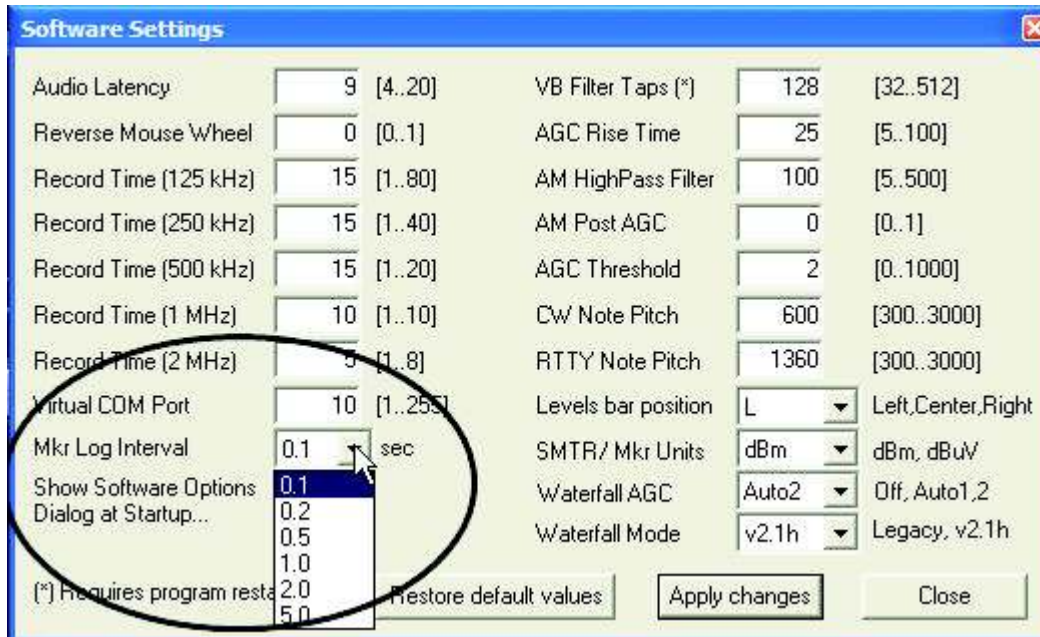


Abbildung 7: Die Zeitauflösung kann bei den Software Settings im Aufklappmenü „Mkr Log Interval“ zwischen 100 Millisekunden und 5 Sekunden gewählt werden.

Für den Normalfall reichen Messungen im *Sekundentakt* aus. Für die Beobachtungen von fade-in oder fade-out sind sogar zwölf Messungen je Minute (alle fünf Sekunden) fast schon übertrieben. Sehr kurze Messabstände hingegen zeichnen das Fading sehr fein nach, was beispielsweise zur Dokumentation von Flutterfading wichtig ist.

Hinweise: Die Glättungsfunktion der Hauptanzeige (Schieberegler: AVG Main) wirkt sich ebenfalls auf die angezeigten und dann eben auch in der Datei „markers.log“ abgelegten Werte aus. Sie sollte immer abgeschaltet sein, da sie sonst die unter „Software Settings“ eingestellte Zeitauflösung „überstimmt“. Eventuelle Glättungen können später in weiteren Programmen gezielt und nachvollziehbar vorgenommen werden.

Die AGC-Einstellung (Fast/Med/Slow/Off) hat hingegen *keine* Auswirkung auf die Daten.

Alles klar, alles richtig eingestellt?

Dann kann es ja losgehen! Und zwar entweder beim Live-Empfang oder auch von einer WAV-Aufnahme aus:

- Mit der Maus auf das entsprechende Signal zeigen und mit der rechten Maustaste nacheinander bis zu acht Marker setzen. Ist dabei die Funktion „PeakSrc“ aktiviert, so wird der Marker automatisch innerhalb eines gewissen „Fangbereiches“ auf die stärkste Frequenz gesetzt – ideal, wenn man etwa den Träger von AM-Rundfunksendern beobachten will.
- Auf Taste „MkrLog“ klicken, woraufhin das Fenster „Save markers to file markers.log?“ aufgeht – *Abbildung 8*. Hier auf „ok“ klicken, und die Datei „markers.log“ im Perseus-Ordner füllt sich mit den entsprechenden Werten. Die Anzeige „MkrLog“ leuchtet in dieser Zeit.
- Ausschalten der Log-Funktion: Nochmals Taste „MkrLog“ klicken. Das Fenster „Markers saved to file „markers.log““ öffnet sich. Darin „ok“ klicken.

Hinweis: wird daraufhin nochmal die Log-Funktion gestartet, so wird die vorhergehende Datei (ohne Warnung) überschrieben!

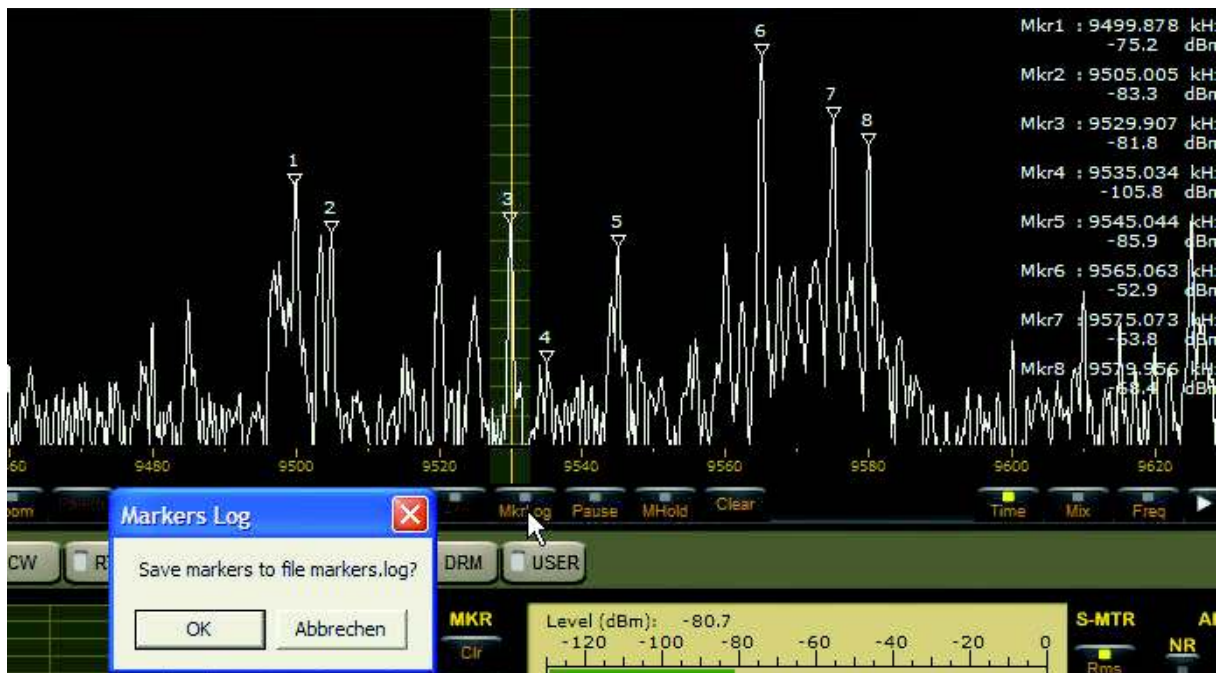


Abbildung 8: Acht Marker sind zum Loggen vorbereitet. Ihre aktuellen Frequenzen und Pegel stehen rechts. Gleichzeitig sind ihre Träger von 1 bis 8 im Spektrum gekennzeichnet. Noch ein Klick auf „OK“, und die Taste „MkrLog“ leuchtet – die Aufzeichnung startet.

Was fängt man nun damit an?

Jetzt hat man also eine Log-Datei mit den Markern. Was fängt man aber damit an? Das Spektrum ist groß und hängt vom jeweiligen Erkenntnisinteresse ab. Doch bei zwei Dingen wird man unweigerlich landen: bei einer visuellen Darstellung und bei einer Durchforstung des Datenbestandes mit statistischen Methoden. Für beides möchte ich einige Beispiele geben und dabei auch zeigen, wie man einige Klippen des spezifischen Notationsformats der Logdaten möglichst einfach umschiffert – *Abbildung 9*.

```
# PERSEUS RECEIVER - MARKERS LOG FILE
#
# Creation date : 29-11-2009 16:43:57 UTC
# Log interval : 1.0 s
# Frequency units: kHz
# Amplitude units: dBm
# Data format : ElapsedTime MkrId Frequency Amplitude
1.000 0 9499.878 -79.2
1.000 1 9505.005 -80.0
1.000 2 9529.907 -90.9
1.000 3 9535.034 -96.3
1.000 4 9545.044 -87.4
1.000 5 9565.063 -55.6
1.000 6 9575.073 -53.4
1.000 7 9579.956 -68.6
2.000 0 9499.878 -70.1
2.000 1 9505.005 -78.1
2.000 2 9529.907 -114.9
2.000 3 9535.034 -93.7
2.000 4 9545.044 -86.1
2.000 5 9565.063 -53.7
2.000 6 9575.073 -55.3
2.000 7 9579.956 -66.3
```

Abbildung 9: Öffnet man die Datei „markers.log“ mit einem Text-Editor, ergibt sich dieses Bild. Aufgezeichnet wurden acht Marker (0 bis 7) im Sekundentakt.

Ich habe mich entschieden, hierbei auf die kostenlose Software SciDAVis zu setzen.² Sie ist gleichermaßen für Windows, Mac und Linux verfügbar und leichter zu bedienen als beispielsweise Excel. Aber im Prinzip kann man jede Tabellenkalkulation mit Statistikfunktion nutzen. Also auch Excel (bzw. OpenOffice), Numbers und erst recht Origin, das wohl am meisten Möglichkeiten bietet.³

Am einfachsten lässt sich eine Log-Datei mit nur *einem* Marker importieren. Sobald es mehr als einer ist, werden nämlich zum selben Mess-Zeitpunkt die Werte aller Marker nacheinander aufgeführt – von 0 für Marker 1 bis 7 für Marker 8 in der Spalte „Marker“ gekennzeichnet – *Abbildung 10* zeigt den Import mit den entsprechenden Einstellungen *und* *Abbildung 11* einen Ausschnitt aus einem bei laufender Aufzeichnung aus „markers.log“ in „SciDAVis“ importierten Datensatz.

² <http://scidavis.sourceforge.net/>

³ <http://www.additive-net.de/software/origin/index.shtml>

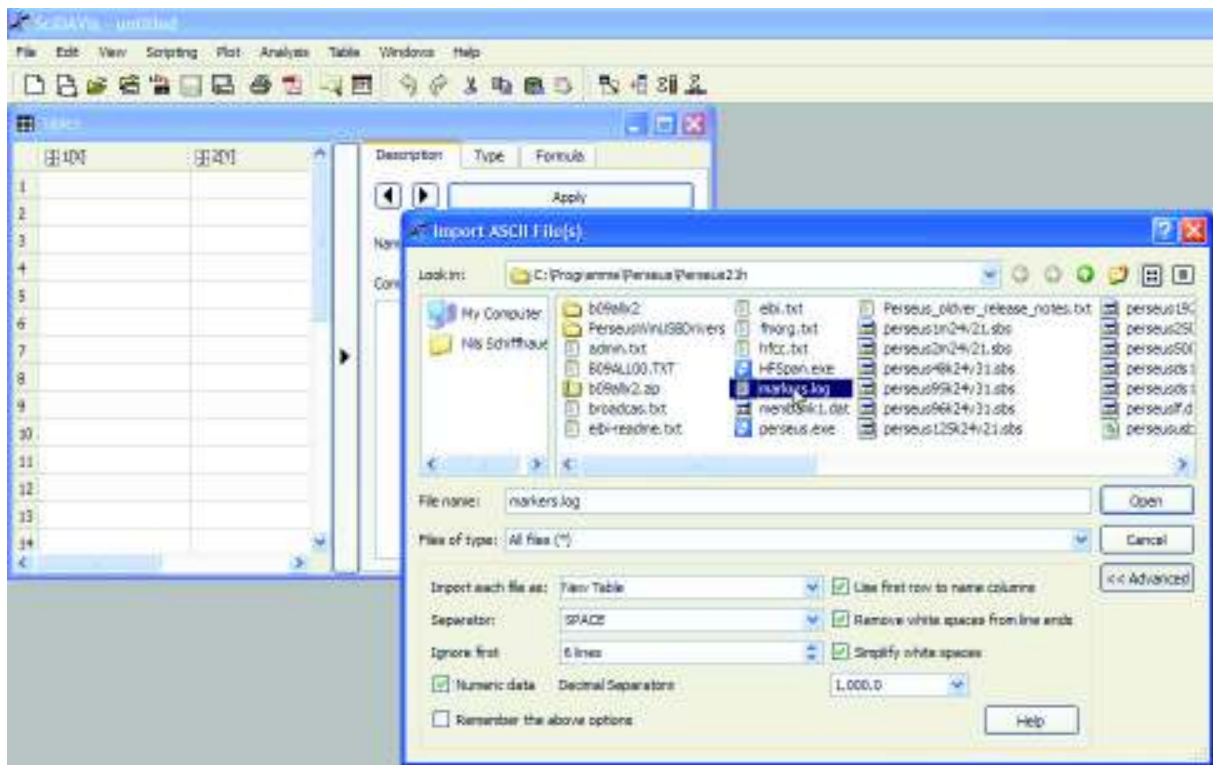


Abbildung 10: Mit SciDAVis lassen sich Daten aus der Logdatei selbst bei laufender Aufzeichnung importieren. Dabei die ersten sechs Zeilen ignorieren und als „Separator“ SPACE wählen.

#D[1]	Data[1]	format[1]	[1]	ElapsedTime[1]	Mir3d[1]	Frequency[1]	Amplitude[1]
1	0	0,499,878	-79.2				
2	1	0,505,005	-80				
3	2	0,529,907	-90.9				
4	3	0,535,034	-96.3				
5	4	0,545,044	-87.4				
6	5	0,565,063	-55.6				
7	6	0,575,073	-53.4				
8	7	0,579,956	-66.6				
9	0	0,499,878	-70.1				
10	1	0,505,005	-78.1				
11	2	0,529,907	-114.9				
12	3	0,535,034	-93.7				
13	4	0,545,044	-86.1				
14	5	0,565,063	-53.7				
15	6	0,575,073	-55.3				
16	7	0,579,956	-66.3				
17	0	0,499,878	-73.1				
18	1	0,505,005	-83.9				
19	2	0,529,907	-94.4				
20	3	0,535,034	-95.5				
21	4	0,545,044	-85.4				
22	5	0,565,063	-58.5				
23	6	0,575,073	-55.7				

Abbildung 11: So sehen dann die in SciDAVis importierten Daten aus, die freilich noch zu bearbeiten sind.

Diese nacheinander geschriebenen Daten sind erst einmal zu trennen, damit man die Werte für jeden einzelnen Marker getrennt in eine eigene Spalte kopieren kann. Dafür alle Spalten markieren und nach der Spalte mit den Markern sortieren lassen: Jetzt folgen auf *alle Werte* von Marker 0 *alle Werte* von Marker 1 und so weiter. Hat man diese Werte dann händisch in weitere Spalten kopiert und noch die Kopfzeilen etwas verschönt, ergibt sich ein Anblick à la *Abbildung 12*.

	seconds[X]	9500 kHz[Y]	9505 kHz[Y]	9530 kHz[Y]	9535 kHz[Y]	9545 kHz[Y]	9565 kHz[Y]	9575 kHz[Y]	9580 kHz[Y]
1	1	-79.2	-80	-90.9	-96.3	-87.4	-55.6	-53.4	-68.6
2	2	-70.1	-78.1	-114.0	-93.7	-86.1	-53.7	-66.3	-66.5
3	3	-73.1	-83.9	-94.4	-95.5	-85.4	-58.5	-55.7	-67.1
4	4	-82.1	-78.5	-90	-102.7	-82.4	-58	-53	-66.6
5	5	-105.5	-81	-83	-95	-83	-58.7	-50.9	-70.8
6	6	-71.1	-82.9	-82.1	-105	-85.3	-57.6	-51.7	-69.3
7	7	-74.4	-83.9	-84.7	-98.6	-82.3	-53.9	-55.4	-64.5
8	8	-79.7	-80.8	-85.3	-98.9	-80.4	-62.7	-65.1	-71.9
9	9	-86.6	-79.2	-97.7	-86.1	-80.3	-54.6	-52.3	-69.5
10	10	-78.3	-80.1	-90.8	-92.6	-90.8	-52.2	-52.1	-66.6
11	11	-73.2	-87.3	-90.7	-96.4	-82.1	-54.6	-54.4	-69
12	12	-75.4	-98.1	-85.9	-90.3	-85	-58.2	-52.5	-71.6
13	13	-72.6	-74.3	-84.8	-87.8	-84.2	-55.7	-54.6	-68
14	14	-82.6	-80.1	-82.1	-87	-86.9	-53.9	-51.5	-67.3
15	15	-88.5	-83.6	-78.9	-93.9	-79.6	-57.7	-52.4	-68.2

Abbildung 12: Die Daten sind bereinigt, die Pegel der Marker stehen nebeneinander, die Kopfzeilen sind mit den Frequenzen ausgefüllt. Jetzt kann es weitergehen!

Hinweis: Da als „Zeit“ die Perseus-Logfunktion immer die seit dem Start abgelaufenen Sekunden notiert, nicht jedoch die *absolute* Zeit, ersetzt man diese Spalte einfach durch die Nummern der Reihen („Table → Fill section with row numbers“). Danach kann man durch Eingabe einer einfachen „Formel“ diese Spalte dann entsprechend umrechnen lassen: Bei Aufzeichnung im *Fünfsekundentakt* ergibt die Formel „col(seconds)/12“ dann eine Skalierung in Minuten. Addiert man dazu noch die Startzeit, kommt man sogar auf die *absolute* Zeit.

Ich hatte sechs Minuten aufgezeichnet, was also je Station $6 \times 60 = 360$ Werte ergibt. Das für acht Marker, man kommt also auf insgesamt 2880 Zahlenwerte. Da ruft alles in einem nach einem Überblick, den uns der Pegelverlauf auch mit Knopfdruck („Plot“). Den zeigt *Abbildung 13*.

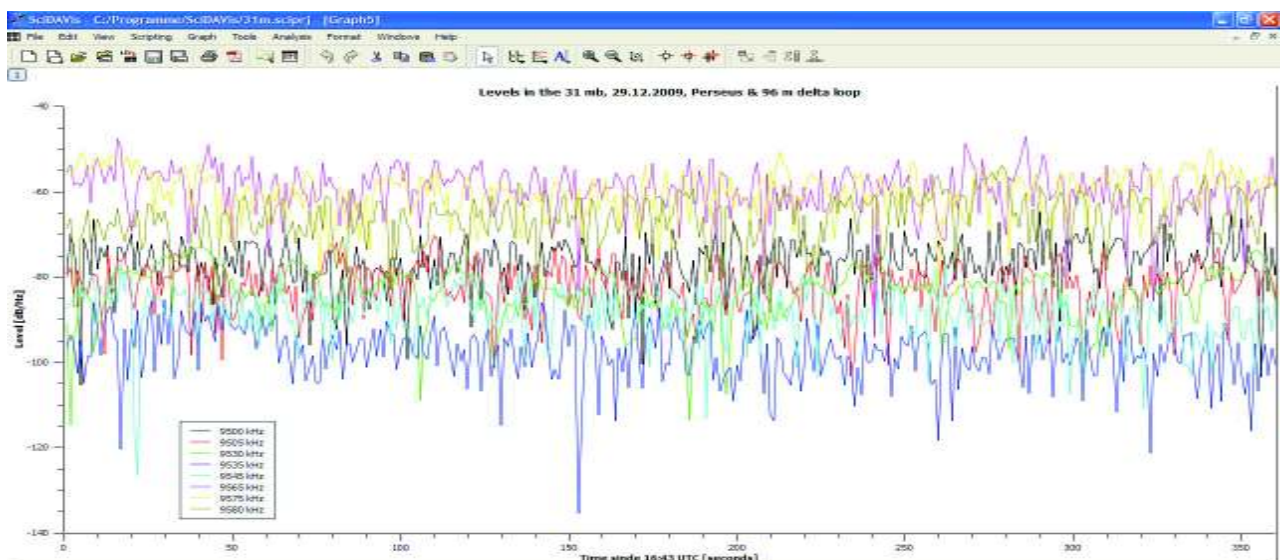


Abbildung 13: Acht Sender für sechs Minuten im 31 mb. Ganz schön verwirrend.

Ach [Loriot]. So, so. Tja ... Viel schlauer macht das nicht unbedingt. Das ist einfach zu viel an Information. Sie heißt es, *sinnvoll* zu reduzieren. Das machen wir mit Hilfe von Statistik. Sie ist ja kein Zauberwerk, sondern hebt das Wichtige vom Unwichtigeren ab und zeigt Tendenzen. Zunächst habe ich die Abbildung 13 in einen „Box Plot“ verwandelt. Das geht mit SciDAVis auf Knopfdruck (Plot → Statistical Graphs → Box Plot), siehe *Abbildung 14*.

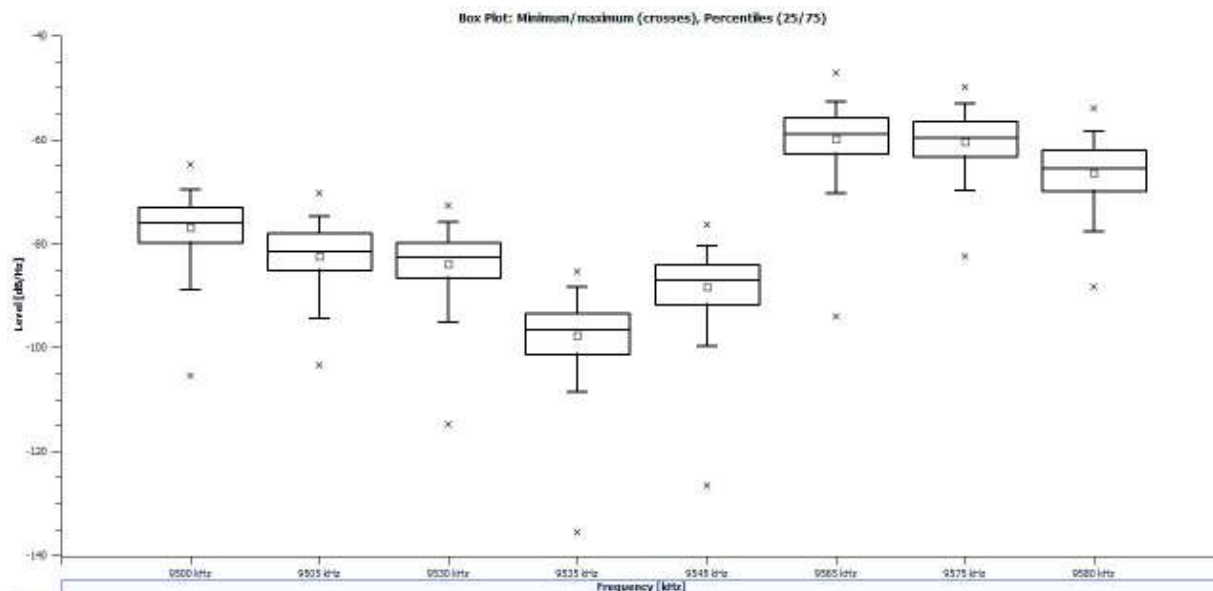


Abbildung 14: Der Box Plot ist eine statistische Methode, die Ordnung schafft. Näheres siehe Text.

Der Pegelverlauf jeder Frequenz ist in jeweils einer Spalte zusammengefasst, unten auf der X-Achse steht die entsprechende Frequenz. Jeweils 360 Werte jeder Frequenz sind in mehrere Gruppen aufgeteilt:

- *Minimum* und *Maximum* des jeweiligen Signals innerhalb der sechs Minuten wird durch ein unteres und ein oberes *Kreuz* markiert.
- Das *Rechteck* (Box) selbst schließt alle Werte ein, die um ± 25 Prozent um den *Mittelwert* herum liegen. Dieser wird durch das *kleine Quadrat* markiert. Obere und untere Seiten der Box bezeichnen die *Perzentile 25* und *75*.
- Die oberen und unteren *Striche* („Whiskers“) markieren die Perzentile 5 und 95.

Sind wir schlauer? Ja, sogar um einiges. Wir können die Zuverlässigkeit des Empfangs einschätzen, da wir einen Überblick über das Fading erhalten, ja sogar: über das *selektive* Fading. Das nämlich scheint beispielsweise auf 9.535 kHz besonders stark zuzuschlagen, da hier der Abstand vom höchsten zum niedrigsten Wert innerhalb von nur sechs Minuten bei gut 50 dB liegt. Wir erhalten somit also einen Überblick nicht nur über einen Moment oder einen Zeitraum, sondern mit einem Blick eine zuverlässige Aussage über die *Struktur des Pegelverlaufes*. Das sind Methoden, die so für Kurzwellenhörer und Funkamateure noch nie zur Verfügung standen und tiefe Einblicke ermöglichen.

Wer sich einzelne Signale genauer anschauen will, um sie zu vergleichen, der kann sich natürlich jede einzelne Kurve aus *Abbildung 13* separat zeigen lassen. Wie das für zwei Kurven – nämlich 9.505 kHz mit robustem und 9.535 kHz mit flauem Empfang aussieht – zeigt *Abbildung 15*. Aber Obacht: Hier wurden die *Pegelwerte normiert*. Sie X-Skala links zeigt also nicht mehr die absoluten Pegelwerte in dB/Hz, sondern der höchste Wert wurde mit 1, der niedrigste mit 0 belegt. Der Vorteil ist, dass man

so besser die *Struktur der Veränderungen* sehen kann. Das geht bei SciDAVis nicht mit negativen Werten, also wurden zu jedem Pegel 140 dB hinzuaddiert und dann diese entsprechend angepasste Spalte normalisiert.

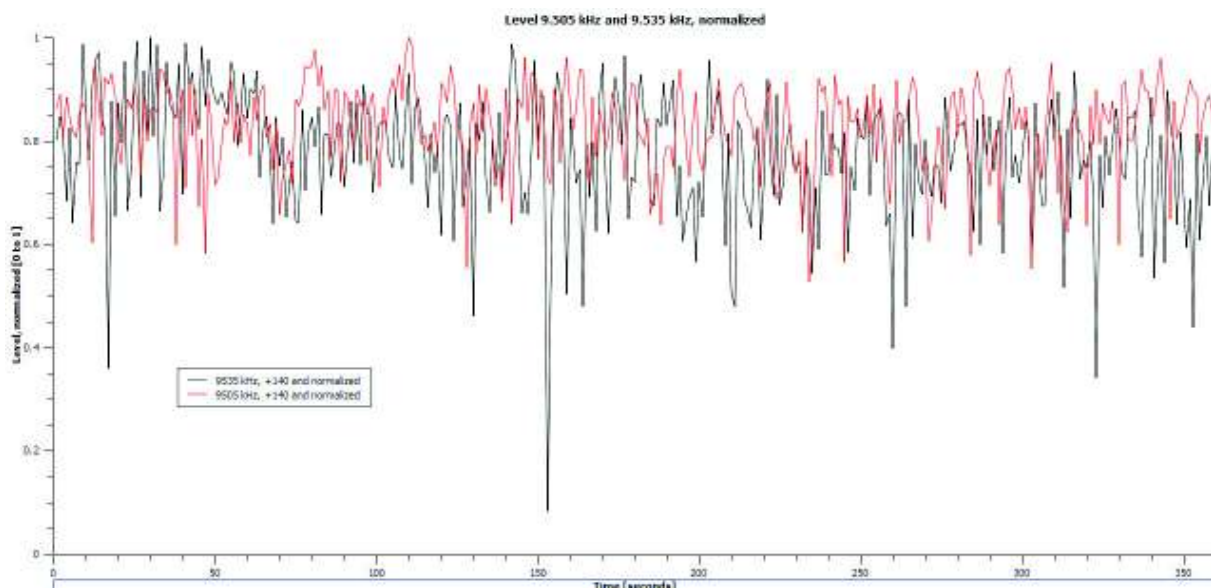


Abbildung 15: Der „normalisierte“ Pegelverlauf zeigt nicht mehr die absoluten, sondern die jeweils relativen Pegel auf einer Skala von 0 bis 1.

Aber noch immer ist die Abbildung zu detailreich. Jetzt schlägt die hohe Stunde der *Glättung* (Smoothing). Sie kann man sich in erster Linie so vorstellen, wie eine – allerdings: nachvollziehbar kalkulierte – Darstellung von Durchschnitts jeweils definierter Nachbarwerte. Sind das nur zwei Werte, fällt die Glättung schwach aus, sind das mehr, wird sie entsprechend stärker. Dadurch verschwinden zwar die Details, aber die Tendenzen werden sichtbar. Wie das für 9.505 kHz und verschiedene Nachbarwerte von 0 bis 5 aussieht, zeigt *Abbildung 16*.

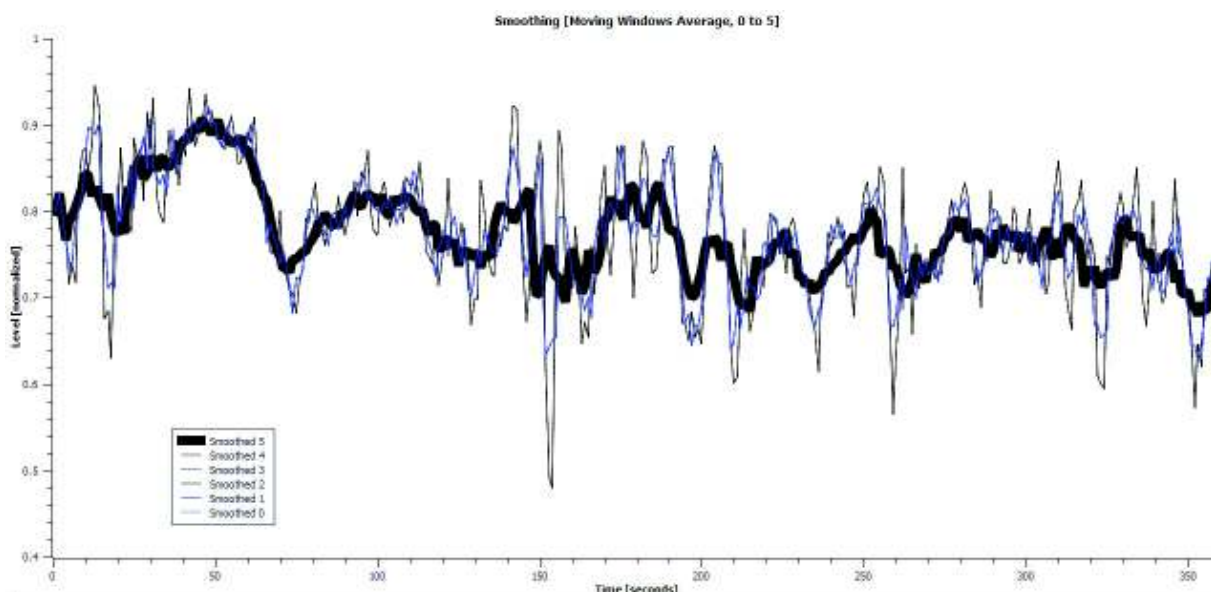


Abbildung 16: Die Originalkurve „Smoothed 0“ wird in verschiedenen Stärken geglättet. Zwar gehen Details verloren, doch Tendenzen und Fading-Rhythmen treten klarer hervor.

Es liegt auf der Hand, dass sich mit Sinn & Verstand geglättete Kurven leichter vergleichen lassen.

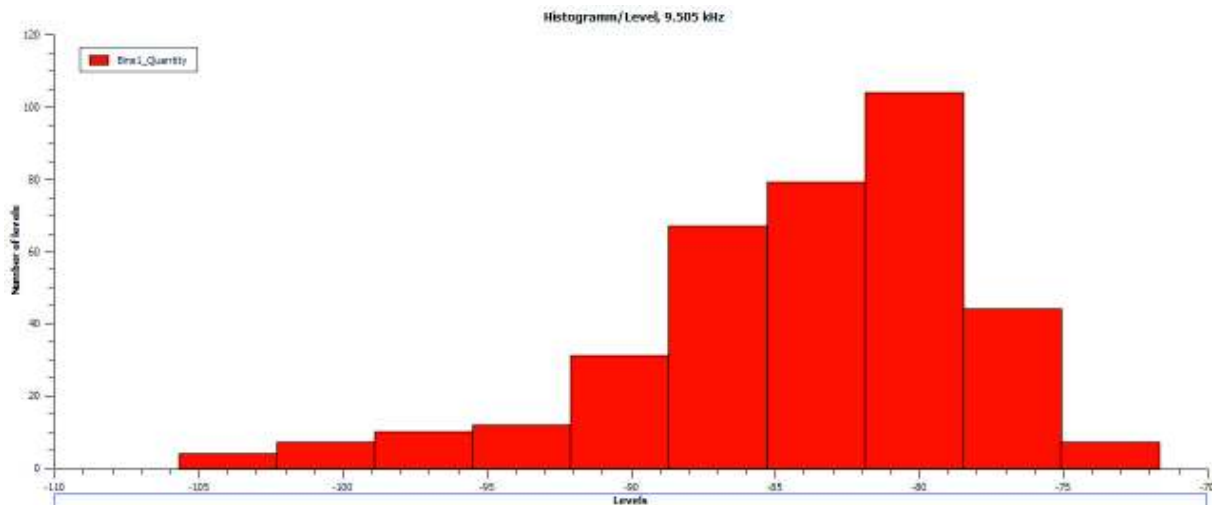


Abbildung 17: Hier sind auch kleinere Signale relativ häufig vertreten, wie dieses Histogramm zeigt.

Das Histogramm ist eine solche Kurve, die für derartige Vergleiche interessant ist. Dabei handelt es sich um ein Diagramm, das die Häufigkeiten hier der Pegel Gruppen (hier: zehn) anzeigt. *Abbildung 17* hat eine breite Rampe in Richtung kleinerer Signale; der Empfang ist also hier instabiler als das in *Abbildung 18* gezeigte Histogramm. Ein völlig stabiles Signal würde nur einen einzigen Balken aufweisen.

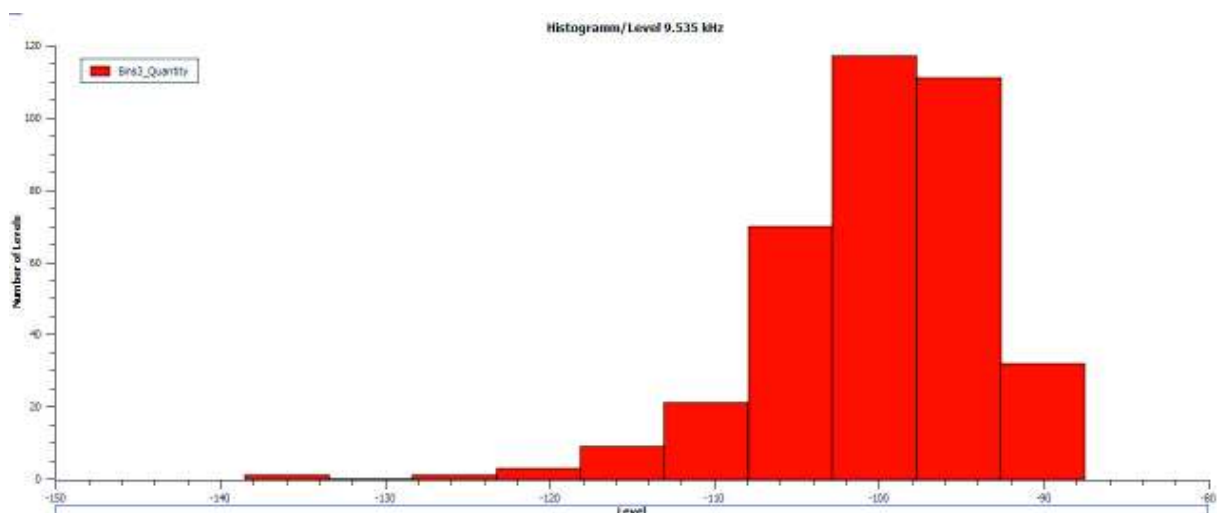


Abbildung 18: Bei diesem stabileren Signal konzentrieren sich die größeren Pegel auf kleinerem Raum.

Die Verteilung der Pegel unterscheidet sich von der berühmten Gauß'schen Glockenkurve, der alle Werte zufallsverteilt um einen Mittelwert das symmetrische Aussehen eben einer Glocke geben. Wann immer es um „Fading“ geht, haben wir einen flacheren Verlauf in Richtung kleinerer Signal und einen steileren Verlauf in Richtung starker Signale. Warum aber erscheinen die Signale auf der linken Seite unbegrenzt flach auslaufend und auf der rechten Seite begrenzt?

Das hängt daran, die meisten Signale auf mindestens zwei unterschiedlichen Wegen zu uns kommen. Beim Empfänger gibt es im Extrem zwei Möglichkeiten: sie mischen sich „in Phase“, dann verdoppelt sich die Signalstärke (+6 dB), oder sie mischen sich „gegenphasig“. Dann dämpfen sie einander. Und zwar bis zur Auslöschung (gleich: um unendlich viele Dezibel), wenn sie sich a) mit exakt derselben Stärke und b) einem Phasenunterschied von exakt 180° treffen. Das ist jedoch praktisch nie der Fall. In der Praxis liegt die Dämpfung dennoch bei mehreren 10 dB. Da im Prinzip das obere Ende auf +6 dB begrenzt ist, das untere Ende jedoch unendlich ist, erklärt diese Art der Verteilung, auch *Rayleigh-Verteilung* genannt.⁴

Solche Dinge sind für die professionelle Planung von Kurzwellensendungen unumgänglich. DXer aber sind ja mehr daran interessiert, ob und wie lange ein Signal hörbar ist. Und wann das Optimum erreicht wird. Auch hierfür bieten die Marker jede Möglichkeit.

So sehen wir in Abbildung 19 den Verlauf der winterlichen Signal von WWCR/Nashville 5070 kHz und Radio Rebelde/Cuba 5025 kHz zwischen 06:00 UTC und 12:00 UTC, kurz nachdem WWCR *abschaltet*. Der Sonnenaufgang am Empfangsort ist 07:30 UTC, der Sonnenaufgang auf Cuba 11:55 UTC, und in Nashville geht die Sonne gar erst um 12:59 UTC auf. Man sieht, dass beide Signale fast gleichstark starten, sich dann aber das nördlichere Nashville-Signal durchsetzt. Dass schon vor dem Sonnenaufgang am Empfangsort das Signal aus Kuba einen längeren Weg im „Hellen“ zurücklegen muss – und daher mehr gedämpft wird –, zeigt sich deutlich. Der *Abbildung 20* (DX-Atlas) kann man zudem entnehmen, wie sich der Sonnenstand am 30.12. um 10:00 UTC darstellt.

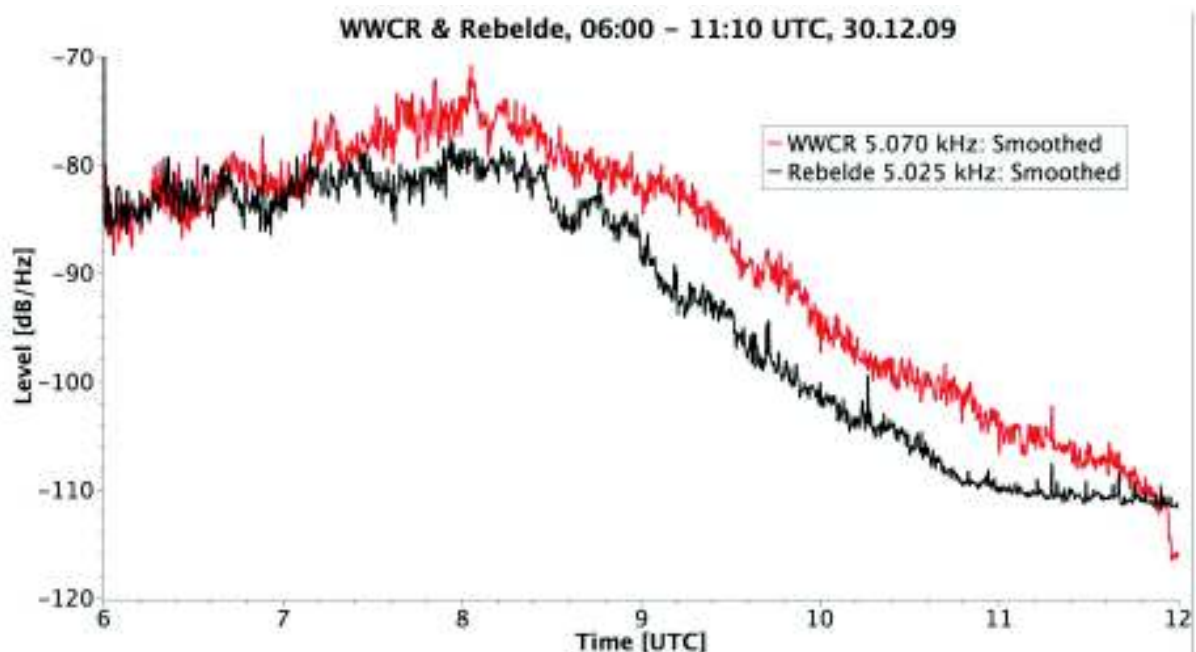


Abbildung 19: Der geglättete Verlauf der Signalstärken aus Nashville und Habana zeigt bei gleichstarkem Beginn den Einfluss der unterschiedlichen Pfade – Cuba wird stärker gedämpft, weil schon bald ein größerer Teil dieses Weges im Hellen liegt.

⁴ Weitere Beispiele siehe auch: http://www.cliftonlaboratories.com/signal_statistics.htm



Abbildung 20: So stellt sich der Verlauf der Dämmerungszone am 30.12. um 10:00 Uhr UTC dar. Nashville und Habana sind auf dieser Globus-Projektion durch Nadeln, der Empfangsort ist durch eine Yagi-Antenne gekennzeichnet.

Besondere Aufmerksamkeit versprechen solche Unternehmungen, wenn sie noch begehrteres DX zutage fördern und auf Optima hinweisen. Somit lohnt sich ein Blick auf *Abbildung 21*.



Abbildung 21: Der Empfang von SIBC Honiara am 24.12.09 zeigt ein Optimum gegen 15:00 UTC.

Am Weihnachtstag 2009 erschütterte Wolfgang Büschel die DX-Welt mit der Meldung, SIBC aus Honiara sei nach einer Reparatur des Senders wieder auf 5.019,7 kHz zu hören. Als ich das in der A-DX-Liste von Christoph Ratzer las, drückte ich sofort auf den Aufnahme-Knopf des Perseus und ließ ihn zwischen 13:30 und 19:00 Uhr UTC durchlaufen. Schon gleich am Anfang der Aufnahme war Audio zu hören, die sich dann bis 15:00 UTC verstärkte, um danach abzufallen. Kurz nach 16:00 Uhr UTC rappelte sich das Signal nochmals auf, ohne aber wieder die frühnachmittäglichen Höhen zu erklimmen. Sonnenuntergang bei mir war um 15:09 UTC, ziemlich genau zum Zeitpunkt des stärksten Empfangs.⁵

Das waren nur einige Möglichkeiten und Ideen, wie man die „Marker“ und ihr Log beim Perseus einsetzen kann. Weitere Ideen sind willkommen – und werden kommen!

Text & Abbildungen © 2010: Nils Schiffhauer, DK8OK

⁵ Zwei Hörproben zwischen 14:00 und 15:00 UTC: <http://web.me.com/nils.schiffhauer/Website/Monitoring>