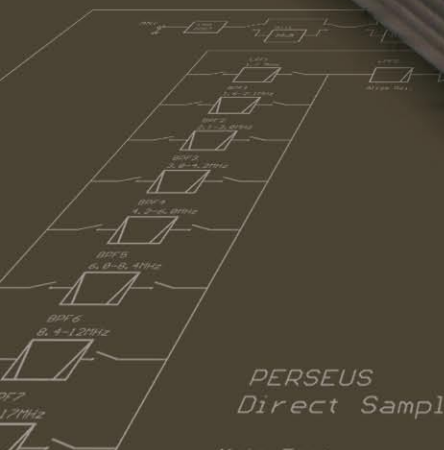
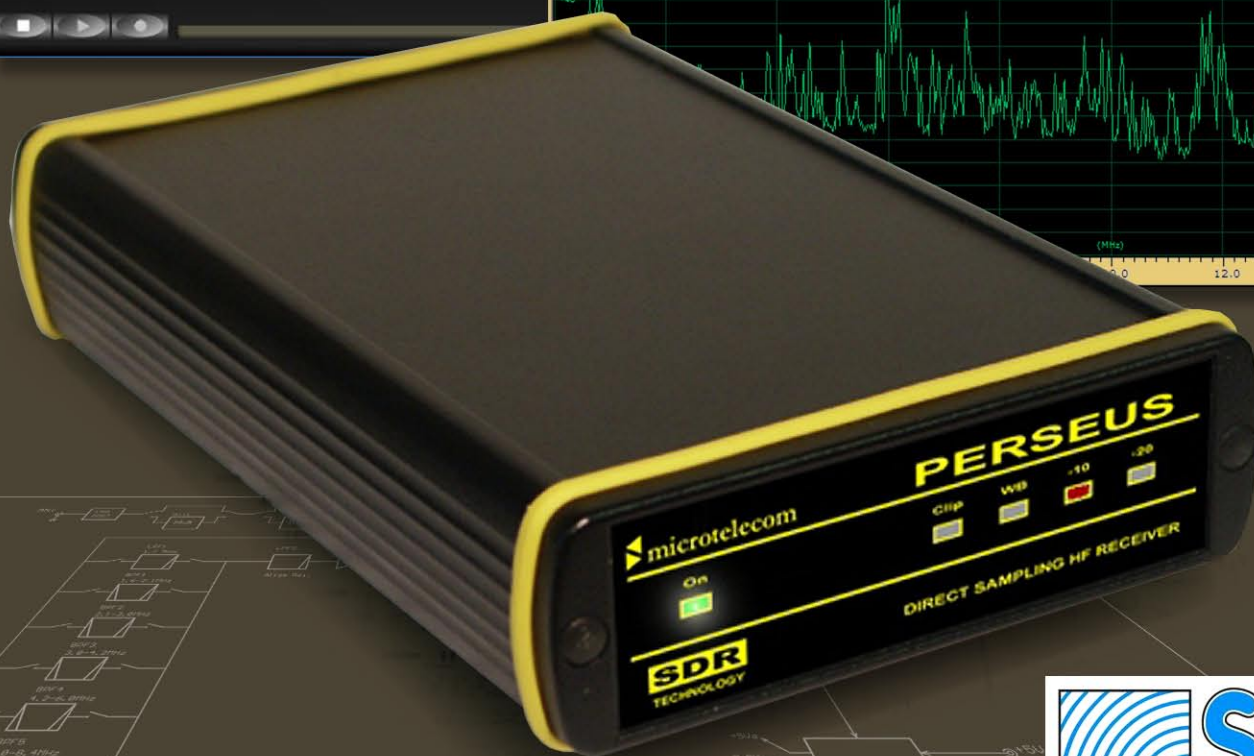
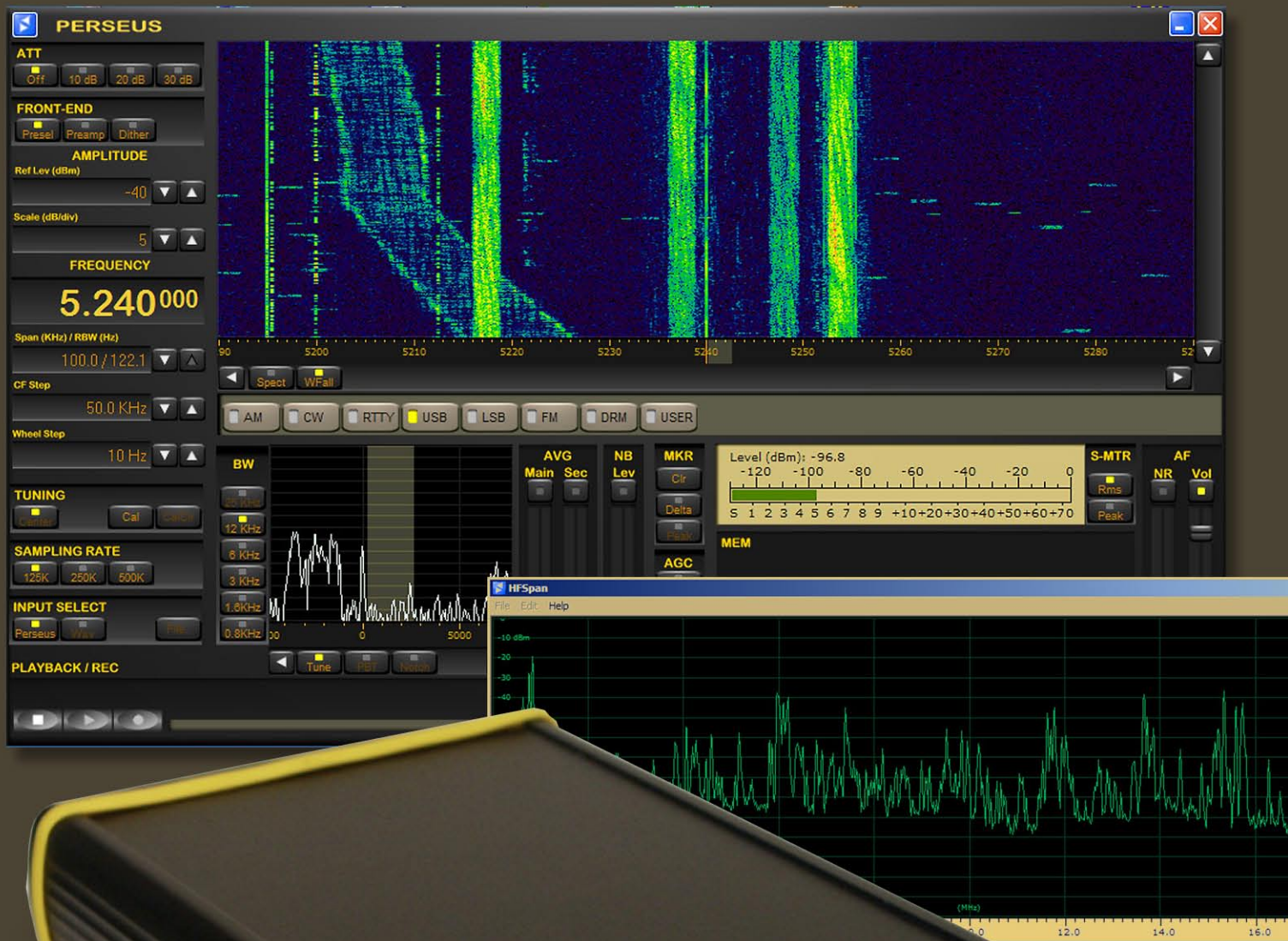


PERSEUS

Nils Schiffhauer, DK8OK

eine Kurzwellen-Revolution, die begeistert!



PERSEUS
Direct Sampling HF Receiver

Main Features:



Nils Schiffhauer, DK8OK

**Perseus –
eine Kurzwellen-Revolution,
die begeistert!**

Motto:

»Jetzt ma Langwellen Du!«: ich ließ Frieda selbst drehen. Drehen. »Nein« (es piff nur kühl und winzig einförmig). Ha! Hier!: »Knud korowtschik brschentstwo krassnipoje«: ? – »Verstehen Sie was?«: Line hatte sich stirnrunzelnd heran geschoben und machte das Gesicht klein: – – –: »Nachrichten. Giebt er.«: der sibirische Langwellensender Irkutsk auf Welle 1500! Und bei näherem Zusehen fanden sie sich Alle ein: Taschkent auf 1181; Alma=Ata 1640; Nowosibirsk: »1102: Komma 9.«; Krassnojarsk und Jakutsk: die Russen waren geschäftig in den Tiefen des Weltraums!

Arno Schmidt, „DAS STEINERNE HERZ“.

[Schon 1955 sprach der Wortmetz und Kurzwellenhörer,
auf dessen Schreibtisch am Ende ein Nordmende
Globetrotter stand, vom „näheren Zusehen“!]

Hinweis: Abbildungen (Screenshots) und Beschreibungen repräsentieren den Stand der jeweils zur Verfügung stehenden Software. Die aktuelle Software kann demgegenüber Erweiterungen umfassen, die in diese Version dieser Handreichung noch nicht eingeflossen sind! Stand: 29.10.2007 [Software: Beta 0.1 und Beta 0.2]

Text und Abbildungen: © 2007 Nils Schiffhauer, DK8OK
Gestaltung: Christoph Ratzer, OE2CRM

Vorab

Anders, als man denkt. Was erst nur als kleine Ideensammlung für ein faszinierend-neues Radio gedacht war, wuchs sich unterm begeisterten Ausprobieren zu einem Kompendium für Kurzwellenempfang in den Zeiten der Digitalisierung aus. 1999 veröffentlichte ich im Siebel-Verlag den gewissermaßen ersten Teil dieser Veranstaltung: „ICOM IC-PCR1000 / Radio der Zukunft – Zukunft des Radios“. Keine zehn Jahre später hebt die Digitalisierung der Hochfrequenz gleich von der Antenne weg den Kurzwellenempfang auf ein revolutionär anderes Niveau.

Spaß machen, halt. Vieles hat sich dadurch geändert. Manches davon ist erst in Umrissen erkennbar, einiges lugt noch unterm Horizont. Etwas aber ist geblieben: Ein Empfänger soll vor allem Spaß machen. Und das macht der Perseus, selbst wenn man ihn nur reinweg als Receiver sieht. Da sticht dieses kleine Kästchen alles aus, was ich in den letzten fast 40 Jahren an die Antenne anschließen konnte.

Wer Augen hat, der höre. Der bis zu 400 kHz breite Bereich, den Perseus live zeigt, nimmt dem Funkempfang jene Scheuklappen, die den Hörer bislang immer auf ein und dieselbe Frequenz festnagelten. So aber sieht man, ob hier eine Station gerade hereinkommt oder dort der Störsender endlich die Wunschfrequenz freigibt. Mit einem Mausklick ist man dort. Mehr noch: die Charakteristik von Sendern ist mit einem Blick zu erfassen.

Aufgehobene Zeit. Der Bereich ist nicht nur schön anzuschauen, sondern auch gut zu speichern. Gute Bedingungen nach Asien, und man weiß sich zwischen AIR Pt. Blair und RRI Makassar nicht zu entscheiden? Kein Problem. Einfach den kompletten Bereich auf Festplatte aufnehmen und später – im Zug, beispielsweise – Station für Station „wie live“ mit allen Möglichkeiten etwa der Störfreiung durchgehen. Das schönste ist die Vorfreude.

Doppelte Freude. Diese Dateien kann man natürlich untereinander austauschen. So kann auch der störgeplagte Hörer sich in den Tiefen des 60-m-Bandes vergraben und dort seine Entdeckungen machen. Bis auf den Zeitversatz ist alles wie beim richtigen Empfang.

Nico. Das alles ist die Leistung von Nico Palermo. Ihm herzlichen Dank!

Burgdorf/Hannover, im November 2007

Nils Schiffhauer, DK8OK¹

Perseus – eine Kurzwellen-Revolution, die begeistert!

Für viele Kurzwellenhörer und Funkamateure bietet der Perseus ein radikal neues Konzept mit vielen aufregenden Möglichkeiten, die weit über den klassischen Empfang hinausgehen. Dieser Text versteht sich als Ergänzung zur Bedienungsanleitung – er soll die ersten Schritte in das faszinierende Neuland erleichtern.

Der Kurzwellenempfang hat sich radikal gewandelt. Digitale Signalverarbeitung bietet heute Perspektiven, von denen man vor wenigen Jahren nicht einmal zu träumen wagte. Mit dem „Perseus“ verwirklichen Sie alle dieser Möglichkeiten – zukunftsicher und auf höchstem technischen Niveau.

Wie jedes Radio, so ist auch der Perseus „nur“ ein Werkzeug. Erst seine rechte Nutzung schafft Gewinn und Freude. Das ist vergleichbar mit dem schönsten Herd: Wer kein Rezept zum Kochen oder Backen hat, dem nutzt er nur zum Küche wärmen. Die folgenden Anregungen sollen Schritt für Schritt helfen, das Potenzial des Perseus zu erschließen. Sie sind so geschrieben, dass auch der Anfänger seinen Spaß daran hat, der „alte Hase“ aber dennoch nicht gelangweilt sein sollte.

Sie alle werden von Leistung, Möglichkeiten und Potenzial des Perseus begeistert sein!



Leichtes Gepäck für Top-DX: Der Perseus läuft selbst mit einem kaum 1.000 Gramm schweren Laptop wie dem Q30 von Samsung.

SDR – ein Modem für den Funk-Empfang

Die Abkürzung SDR steht für „software defined radio“. Das bedeutet: Wesentliche Eigenschaften des Empfangs, der Bedienung, des Komforts und der Demodulation werden durch Software vorgenommen.

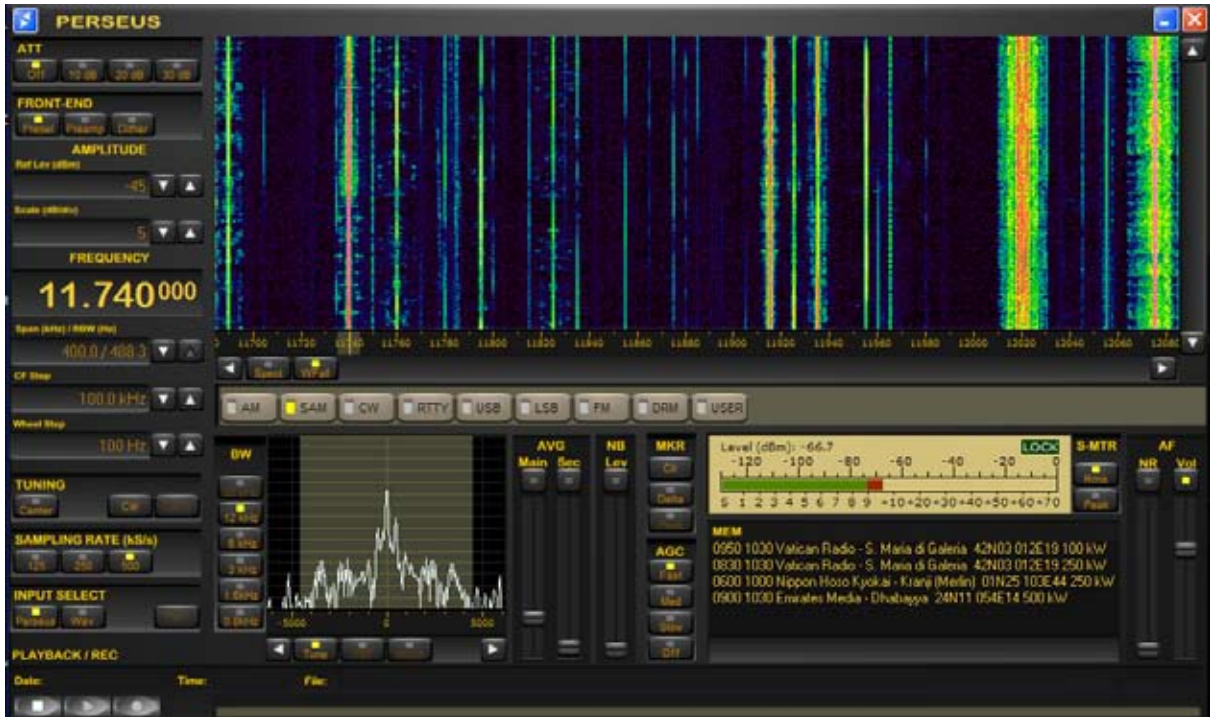
Ein Beispiel hierfür sind die Filter, die das Nutzsignal vor Störungen bewahren. Statt früherer unflexibler Einzelfilter für nur wenige Bandbreiten filtert nun Software den Empfang. Der Hörer kann dadurch die Bandbreite genau für jede Störsituation und jede Modulations- sowie Betriebsart maßschneidern, ohne Geld für Zusatzfilter ausgeben zu müssen oder einen Kompromiss bei der Filterwahl einzugehen. Aber die beinahe beliebig wählbare Bandbreite ist nur ein Vorteil der Digitaltechnik. Denn zum einen verfügen Digitalfilter über eine außerordentlich hohe Flankensteilheit, plus einer mit besser als 100 dB überragenden Weitabselektion. Beide halten selbst nahe Störer auf größtmöglichen Abstand. Zum andern bieten sie eine extrem flache Durchlasskurve für das Nutzsignal. Alle seine Frequenzen durchlaufen das Filter im fast selben Zeitraum. Diese geringe Gruppenlaufzeit erfreut Radiohörer mit vorher ungekannt verzerrungsarmer Wiedergabe und bietet für Datenfunk selbst bei schmalen Bandbreiten eine perfekte Wiedergabe.

Doch ein SDR nur als einfach verbessertes Radio zu sehen, greift zu kurz. Es ist eine Revolution für den Kurzwellenempfang. Was in seiner Arbeitsweise begründet liegt. Am einfachsten stellen wir uns ein SDR wie ein Modem vor. Genau wie jenes Modem, das uns die Fenster ins Internet öffnet und das wir selbst kaum noch wahrnehmen.

Das SDR vermittelt somit – zusammen mit der Antenne – zwischen Ionosphäre und Computer. Als Modem öffnet ein SDR dem Computer die Welt der Radiowellen. Dazu wandelt es die ganze Wellenvielfalt gleich ab der Antenne direkt in digitale Informationen um. Die können dann mithilfe mathematischer Verfahren, so genannter „Algorithmen“, bearbeitet werden. Keine Angst: Zur Bedienung eines SDR muss man nicht einmal den Dreisatz können! Denn diese Rechenkünste auf höchstem Niveau werkeln sämtlich unterhalb der Oberfläche. Und die erfreut uns auf dem Display beispielsweise mit der virtuellen Frontplatte eines Empfängers, wie wir ihn gewohnt sind.

Sehen, was es gibt – klicken, was man hören möchte

Doch allein die Reproduktion eines klassischen Empfängers würde Digitaltechnik nicht ausreizen. Sie bietet als herausragendes Merkmal die Live-Darstellung eines beim „Perseus“ bis zu 400 kHz breiten Frequenzbereiches. Innerhalb dessen klickt man sich die gewünschten Sender einfach mit der Maus heraus, um sie dann in nie geahnter Qualität zu hören.



Alles im Griff: Das logisch-übersichtlich gestaltete Display der Software ist eine Augenweide und zeigt einen bis zu 400 kHz breiten Bereich wie hier das 25-m-Rundfunkband mit einem Blick.

Mehr noch: Dieser gesamte Frequenzbereich kann auf Festplatte aufgezeichnet werden. Damit ist zeitversetztes Hören innerhalb eines beliebigen und noch nachträglich abstimmbaren Frequenzbereiches von 400 kHz möglich! So kann man ein komplettes Rundfunkband während Abwesenheit oder des Nachts aufnehmen und später dieses Band Station für Station abgrasen. Selbst hierbei stehen alle Möglichkeiten der Frequenzabstimmung, der Bandbreitenwahl sowie der Demodulation (z.B. SSB oder digitaler Kurzwellenrundfunk DRM) uneingeschränkt zur Verfügung. Hat man eine Station gehört, startet man die Aufzeichnung erneut und wechselt zur nächsten Station. Ob außergewöhnlich gute Empfangsbedingungen oder ein Contest oder einfach der Spaß an der vielfältigen Kurzwellen-Welt – mit dem digitalen Panorama-Display ist alles im Blick und jederzeit live oder später auf Festplatte greifbar.

Als „Spektrum“ stellt „Perseus“ alle Aktivitäten in einem sogar bis zu 40 MHz breiten Frequenzbereich grafisch dar. Die sich daraus ergebenden Möglichkeiten werden unten in Bild und Text genauer dargestellt, daher hier nur ein Appetizer: die Frequenzbelegung kann hier ebenso mit einem Blick erkannt werden wie Ein- und Ausschaltzeiten der Sender bzw., wann sie gemäß ionosphärischer Ausbreitungsbedingungen hereinkommen (Fade-in) oder wieder verschwinden (Fade-out). Optimierung von Empfangszeiten, Entdeckung und Dokumentation von Sendern sowie Ionosphärenbeobachtung – die Möglichkeiten einer Wasserfall-Darstellung sind unbegrenzt.

Die Bedienung ist außergewöhnlich komfortabel. Nicht nur stehen alle Funktionen zur Verfügung, wie man sie bei einem professionellen Receiver zur Perfektion des Empfanges erwartet: beispielsweise regelbare Bandbreiten, Synchrondetektor sowie Störaustaster – und die Funktionen werden in Zukunft durch Software noch erweitert werden. Sondern auch die Frequenzsteuerung durch die Datenbank sucht schon in der mitgelieferten Basis-Software ihresgleichen. So lassen sich Datenbanken wie die mächtige Liste der HFCC einspielen, und beim Suchempfang erscheint automatisch der betreffende Ausschnitt aus der Datenbank. Die lässt sich natürlich beliebig erweitern & aktualisieren.

Damit es nicht allein beim Zuschauen bleibt: auf der Website des deutschen Perseus-Vertriebes SSB-Electronic ist freundlicherweise für ein paar kommentierte Hörbeispiele Platz zur Verfügung gestellt worden.² Diese Sammlung soll kontinuierlich erweitert werden.

Antenne & Co – Empfang optimieren

So konsequent sich ein SDR auch mit einem Internet-Modem vergleichen lässt, so gibt es doch Grenzen dieser Analogie. Statt wie ein Modem einfach per Draht in eine Telefonleitung, muss sich ein SDR ja in die Ionosphäre einkoppeln. Diese Aufgabe übernimmt die Antenne. Von ihrer Leistung hängt das Angebot ab, das wir unserem SDR bieten können.

Deshalb sollte sie möglichst gut für den entsprechenden Wellenbereich angepasst sein und sich möglichst weit außerhalb elektrischer Störfelder befinden. Diese sind nämlich genauso elektromagnetische Wellen wie jene, auf denen Radiosender reiten. Und sie können deren Empfang beträchtlich stören.

Einige dieser Störungen sollten wir ganz gezielt umgehen. Beispielsweise jene aus dem PC selbst. Der Perseus wird ja mit einem doppelt durch Ferritdrosseln abgeblockten Kabel geliefert, mit dem Radio und Computer verbunden werden. Das reduziert schon mal Störungen, die direkt vom PC in den Perseus gelangen könnten. Aber es kann zusätzlich sein, dass das Schaltnetzteil eines Notebooks stört und diese Störungen durch seine Anschlussleitungen (sie wirken wie eine Antenne) abstrahlt – einfach mal probeweise dessen Netzstecker ziehen und den Laptop auf Akkus laufen lassen. Ist deren Laufzeit zu kurz, ersetzt man das Schaltnetzteil durch ein konventionelles Netzteil mit Trafo.³ Falls die Ladeschaltung des Laptops stört, so sind bei Betrieb mit einem solchen Netzteil zusätzlich die Akkus aus dem Computer herauszuziehen. Oder aber das Display stört. Es lässt sich probeweise abschalten. Was man bei Aufnahmen während Abwesenheit ohnehin schon aus Gründen der Stromersparnis machen sollte. Die Liste der Störenfriede ist damit leider noch nicht vollständig. Von den schaltenden Bimetallkontakten der Heizung über Leuchtstoffröhren und Dimmer von Lampen bis hin zur Funkkommunikation über das Stromnetz unter Namen wie „Powerline“ oder PLC – alles kann den Empfang stören. Mal breitbandig, mal nur auf bestimmten Frequenzen. Vor allem in den unteren Frequenzbereichen, so unter 10 MHz. Vermeiden sollte man einen USB-Hub – ob aktiv (Steckernetzteil kann stören!) oder passiv.

Nicht immer kann man die Ursachen ausschalten. Etwa, weil diese Geräte in der Nachbarschaft betrieben werden oder ein anderes Familienmitglied Fernsehen schaut, was dann die Zeilenfrequenz von 15,625 kHz und vor allem ihre Vielfachen in die Hochfrequenzwelt setzt.

Was tun? Man sollte die Antenne – so weit es geht – außerhalb des häuslichen und außerhäuslichen Störnebel aufbauen und über ein Koaxialkabel zum Empfänger führen. Dieses Koaxialkabel hat eine abschirmende Wirkung. Des weiteren sollte der Empfänger geerdet werden – beispielsweise über die Wasserleitung.

Welche Antenne, aber? Machen wir uns nichts vor: Nur in den seltensten Fällen wird man eine Traumantenne frei und in der gewünschten Höhe sowie fernab von Störungen spannen können. Für den Empfang auf allen Kurzwellenbändern ist beispielsweise eine gute Drahtantenne wie eine Breitband-Window⁴ rund 42 Meter lang. Sie ist natürlich gerade auf den Kurzwellenfrequenzen unterhalb von etwa 15 MHz oft das platz- und kostenmäßig gerade noch realisierbare Optimum. Denn eine Richt-Drehantenne⁵ wird man in noch selteneren Fällen errichten können.

Normalerweise werden wir in einer städtischen Wohnlage jedoch ein eher geringes Platzangebot vorfinden. Hier empfiehlt sich eine professionelle Aktivantenne. Dieser Antennentyp ist für die meisten Empfangsfälle alles andere als eine Notlösung. Sein Konzept: Ein mechanisch kurzes Gebilde (oft ein rund ein Meter langer Stab) wird elektrisch so angepasst, dass er im gesamten Frequenzbereich eine Impedanz von rund 50 Ohm aufweist. Damit lässt sich die Antenne prima an ein Koaxialkabel anschließen und versorgt den Receiver mit sehr guten Signalen. Die Anpassung sorgt sogar dafür, dass die Aktivantenne einer Window auf den tiefen Frequenzen – oft schon ab der Mittelwelle – überlegen ist.

Ihr einziger Nachteil: für Extrem-DX, für den Empfang kleinster Signale, da ist sie überfordert. Bei diesen Stationen saugt der passive Teil der Antenne einfach zu wenig Spannung aus dem Äther, als dass dieser selbst nach Anpassung und Verstärkung noch ein hörbares Signal produzieren würde.

Die professionelle Aktivantenne DX-One⁶ jedoch holt dank ihrer zwei gekreuzten Schleifen („Loops“) plus ihres Kreuz-Dipols nicht nur das Maximale auch noch aus kleinen Signalen heraus, sondern bietet neben einer guten Störunterdrückung auch den gleichmäßigen Empfang aller Polarisierungsebenen. Das ist für Kurzwelle ideal, da die Ionosphäre auch diese Eigenschaft eines Signals kräftig durcheinanderwirbeln kann. Darüber hinaus ist sie extrem großsignalfest, und mit einem Rauschfaktor von 3,5 dB die ideale Ergänzung für jedes SDR, also auch den Perseus. Mich überzeugt sie seit Jahren bis hinunter in den Längstwellenbereich. Die DX-One ist nicht ganz billig, aber preiswert. Preiswerter als ein großes Grundstück in jedem Fall!



Die DX-One ist eine professionelle Aktivantenne, die durch ihr besonderes mechanisches wie elektronisches Design im gesamten Empfangsbereich des Perseus herausragende Ergebnisse liefert.

Ein guter Kompromiss zwischen einer langen Windom und einer kurzen Aktivantenne ist eine nur vier Meter lange „Mini-Windom“ oder eine 5 m, 12,5 m oder 20 m lange Drahtantenne von RF-Systems⁷. Diese Antennen sind mit einem so genannten „Magnetischen Balun“ versehen. Dadurch lassen sie sich außerhalb des Störnebels aufspannen, und die Hochfrequenz wird über ein abschirmendes Koaxialkabel zum Empfänger geführt.

Was gerne vergessen wird: der Kopfhörer! Nach wie vor ist er auch im Computer-Zeitalter zum DXen erforderlich. Die Soundcard des PC gibt mehr her, als seine Lautsprecher je hören lassen – erst recht jene eines Laptops! Vor allem in den Bässen, die ja auch Verständlichkeit tragen, sieht es sonst sehr dünn aus. Welchen Kopfhörer man nehmen soll? Am besten probiert man erst einmal jenen aus, den man ohnehin schon nutzte. Steht eine Neuanschaffung an, so empfehle ich einen halboffenen, unter dem man nicht gleich für die gesamte akustische Umwelt verschwunden ist. Mein HD465 von Sennheiser erwies sich hierfür als ideal.⁸



Stundenlang gut zu tragen: der halboffene Kopfhörer HD465 von Sennheiser.

Da der Perseus eine sehr störrarme und transparente Wiedergabe liefert, erwacht auch bald der Wunsch nach einem vernünftigen Lautsprecher. Besonders die im Laptop eingebauten können nur einen schwachen Eindruck des Tonumfangs geben, mit denen Perseus die Sender zu Gehör bringt. Der Lautsprecher sollte natürlich einen Verstärker eingebaut haben, während ich selbst mit Bass- und Höhenregler nicht viel anfangen kann – den Tonumfang kann man besser am Receiver wählen.

Da auch ich – wie viele altgediente und daher mit analoger Technik aufgewachsene Kurzwellenhörer und Funkamateure – nicht vom Fummeln an Knöpfen lassen kann, hier noch zwei Hinweise auf Abstimmköpfe der neuen Generation: einmal auf den vielfach programmierbaren Drehknopf *GTW USB Tuning-Wheel*, der das analoge Gefühl in die digitale Welt bringt.⁹



GTW USB Tuning-Wheel bringt zur Abstimmung das analoge Gefühl in die digitale Welt.

Und zum andern auf Computermäuse mit sagenhaftem Schwungrad wie die drahtlose „VX Revolution“ von Logitech¹⁰, mit der man ja auch alle anderen Bedienelemente gleich mit in der Hand hat. Die Abstimmung mit dem Mausrad ist sogar von „Freilauf mit Schwungraddefekt“ bis „rastend“ umschaltbar – die Maus ist meine erste Wahl zur Bedienung des Perseus!



Das wahlweise mit Schwungraddefekt oder rastend arbeitende Mausrad der „VX Revolution“ ist die zeitgemäße Interpretation des klassischen Abstimmknopfes.

Wegen der direkten Eingabemöglichkeit der Frequenz macht sich auch ein Zifferblock auf der Tastatur – oder eben separat – besonders gut, wenngleich es eben auch mit der normalen Ziffernreihe funktioniert.

Empfindlichkeit und Dynamikbereich

Tester ebenso wie Kurzwellenhörer und Funkamateure starren gerne auf absolute Messwerte wie jene für Empfindlichkeit, Dynamikbereich und Oszillatorrauschen. Sie erhoffen sich davon, die gesamte Qualität eines Receivers in ein, zwei Zahlen erfass- und vergleichbar zu machen. Dabei gibt es zwei Probleme: zum einen lassen sich Receiver bei Angaben isolierter Messwerte nicht schlüssig miteinander vergleichen, zum andern gerät dabei der Systemgedanke aus dem Blick. Es kommt ja nicht auf absolute Werte an, sondern auf ihre Kombination und darauf, wie gut „gut genug“ ist. Zum Vergleich: allein die Pixelzahl sagt über die Qualität der Bilder einer Digitalkamera wenig aus.

Empfindlichkeit: Wie empfindlich muss ein Receiver sein? Seine Empfindlichkeit lässt sich heute beinahe beliebig steigern. Da aber Empfindlichkeit und Dynamikbereich in voneinander abhängig sind – grob gesagt: je empfindlicher, desto geringer ist die Großsignalfestigkeit –, sollten hier praxisnahe Werte gewählt werden. Eine sehr hohe Empfindlichkeit ist selbst an überdurchschnittlichen Antennenanlagen nicht mehr auszufahren und schafft im Gegenteil nur eigenerzeugte Störungen.

Basis der Empfindlichkeit eines Receivers ist der so genannten „Rauschflur“. Das ist das Rauschen, das der Empfänger selbst erzeugt. Er liegt hier bei gemessenen -123 dBm bei $2,4$ kHz Bandbreite, Vorverstärker ist eingeschaltet. Das entspricht $0,16$ μ V und liegt somit unter der S-Meter-Anzeige von S1. Ein gut lesbares Signal sollte 10 dB Signal-/Rauschabstand hierzu aufweisen. Sein Pegel muss also um 10 dB über dem Rauschflur liegen und in diesem Fall -113 dBm betragen. Daraus ergibt sich eine Empfindlichkeit von $0,5$ μ V für SSB-Empfang bei $2,4$ kHz Bandbreite und 10 dB Signal-/Rauschabstand. Sinkt die Bandbreite, steigt die Empfindlichkeit. Bei 50 Hz Bandbreite liegt der Rauschflur nur noch bei -140 dBm. Empfang in PSK31 ist schon bei einem Signal-/Rauschabstand von unter 5 dB möglich, also bei einer Eingangsleistung von -135 dBm und somit $0,04$ μ V!

Nun betreiben wir ja keinen Kanal-Simulator, sondern haben den Receiver an einer Antenne hängen. Dort nimmt sie außer Nutzsignalen auch Rauschen mit auf: atmosphärisches, galaktisches und von Menschen gemachtes. In der Summe ist dieses Rauschen frequenzabhängig – es sinkt mit der Frequenz. Der Anteil des „natürlichen“ Rauschens hängt von der Sonnenaktivität ab. Überstrahlt aber werden diese Rauschquellen sämtlich von durch Menschen verursachtem Rauschen, das hauptsächlich vom Standort abhängig ist.

Wer es noch genauer wissen will: Die NATO ist darauf im Rahmen ihrer Studie PLC detailliert eingegangen.¹¹

Was bedeuten alle diese Dinge nun in der Praxis? Klar sollte folgendes geworden sein:

- Das Nutzsignal muss im Allgemeinen¹² über der Summe aus Rauschen des Empfängers, Rauschen der Atmosphäre und Rauschen aus technischen Störquellen liegen.

Die Rauschzahl des Empfängers liegt bei gemessenen 17 dB. Das Störmaß aus atmosphärischen und industriellen Störungen liegt zwischen 80 dB auf 1 MHz in einer Sommernacht und unterschreitet schon in einer störrarmen Gegend nicht einmal auf 30 MHz einen Wert von 30 dB. In einer Großstadt liegt dieser Wert um 15 dB schlechter.¹³ In der Praxis heißt das, dass die Empfindlichkeit des Perseus für praktisch alle Empfangsfälle mehr als ausreichend ist.¹⁴

Dynamikbereich: Der Dynamikbereich besagt, welcher Pegelunterschied ein Receiver noch linear und ohne Verzerrungen verarbeiten kann. Diese Verzerrungen äußern sich als Mischprodukte mehrerer Sender, aber auch durch einen intern erzeugten höheren Rauschpegel.¹⁵ Nur wenige Receiver-Hersteller kommunizieren überhaupt den Dynamikbereich ihrer Produkte. Ein hoher Wert ist nur durch sorgfältiges Design und keinesfalls so einfach wie eine hohe Empfindlichkeit zu erreichen. Die Zusammenhänge, die zu einem guten Dynamikbereich führen, sind gerade bei SDRs (daher: Dithering!) einigermaßen komplex, die Messverfahren sehr unterschiedlich, und nur wenige geben das praxisnahe Bild in einem hinsichtlich Pegel und Frequenz dynamischen Szenario einer Vielzahl von Sendern. Beim Perseus wurde nach konsistenten ARRL-Methoden ein intermodulationsfreier Dynamikbereich von 102 dB sowie ein Intercept-Punkt 3. Ordnung von +33 dBm gemessen. Diese Werte liegen im Bereich absolut professioneller Receiver, die mehr als das Zwanzigfache kosten. Weiter unterstützt wird der praktisch nutzbare Dynamikbereich noch durch die Hochfrequenz-Vorfilter, die die Summenspannungen aus anderen Bereichen als des gerade empfangen drastisch reduzieren.

Zusammenfassend: Die Kombination von Empfindlichkeit und intermodulationsfreiem Dynamikbereich ist aus Sicht der Empfangspraxis beim Perseus so geglückt wie nur bei wenigen anderen Receivern.

Trennschärfe

Selten sind Sender wirklich störungsfrei zu hören. Zumeist senden ober- oder unterhalb andere Stationen, die das Nutzsignal stören. Gute Filter treten diesen Störungen wirkungsvoll entgegen. Hierbei kommt es nicht nur auf die Steilheit der Flanken an, sondern auch, wie stark sie absolut außerhalb ihrer Durchlassbandbreite dämpfen (stop-band attenuation; diese „Weitabselektion“ des Perseus liegt bei über 100 dB). Diese Werte erreichen bei Digitalfiltern beinahe das physikalisch Mögliche.

Daher rücken nun andere Werte in den Vordergrund. Etwa ihre Gruppenlaufzeit, die großen Einfluss auf Verzerrungen hat. Das ist besonders bei digitalen Betriebsarten wichtig. Auch hier sind Digitalfilter optimiert.

Beeindruckend ist die Flexibilität der im Perseus implementierten Filter. Nicht nur lässt sich ihre Bandbreite einstellen, sondern die Flanken können separat beliebig verschoben werden. Dadurch kann das Filter für das Verhältnis von Nutzsignal/Störsignal für einen optimalen Störabstand maßgeschneidert werden. Dank der grafischen Darstellung der Durchlasskurve ist das ein intuitiver Vorgang.

So einfach geht es: Befindet sich der Mauszeiger etwa in Filtermitte des unteren linken Displays, so kann man nun die Bandbreite symmetrisch mit dem Mausexplorer abstimmen – innerhalb des mit den Tasten links davon wählbaren Bereiches. Bewegt man die Maus hingegen zur linken oder zur rechten Filterflanke, so nimmt er die Form eines Doppelpfeiles an. Dann linke Maustaste drücken, gedrückt halten und die Flanke einfach auf den gewünschten Wert ziehen.

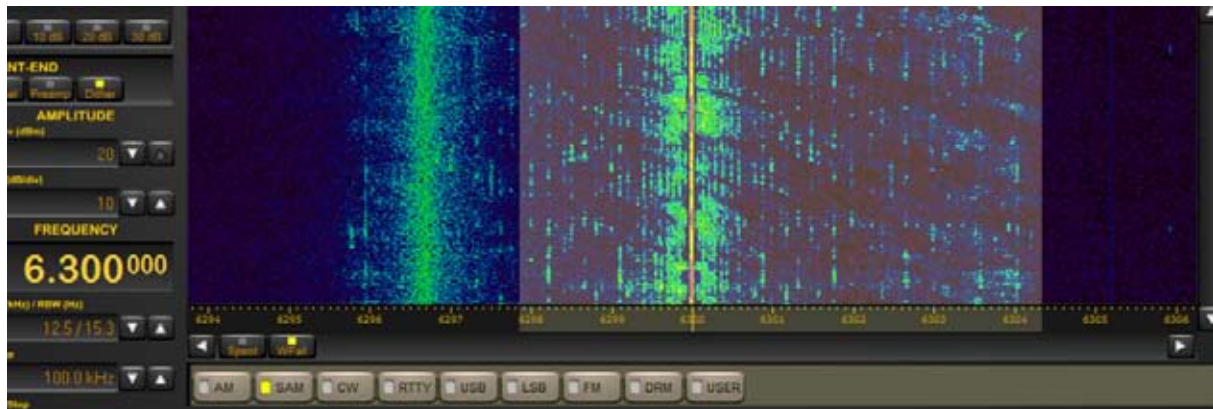
Rundfunkempfang profitiert davon, wenn man ihm in den Höhen und Tiefen (letztere werden gerne vergessen!) so viel Auslauf bietet wie nötig. Die Verständlichkeit steigt dadurch in aller Regel erheblich. Bei schwachen Signalen jedoch überwiegt dann das Rauschen. Die Einstellung der Filter via Maus macht die Optimierung einfach.

Viele Hörer stellen die Bandbreite zu schmal ein. Ist die Wirkung im Rundfunk noch gut zu hören, so wundern sie sich dann über schlechten Datenempfang. Hier hängt die einzustellende Bandbreite nicht nur von der eigentlichen Betriebsart ab, sondern auch von der Übertragungsrate: je schneller, desto größer sollte die Bandbreite sein. Das gilt auch – ebenfalls oft übersehen – für Telegrafie.

Für Störungen innerhalb der Filter-Durchlasskurve ist das Notchfilter zuständig, das allerdings in der Software-Version „Beta 0.2“ noch nicht implementiert wurde. In zukünftigen Versionen kerbt es schmalbandig eine Störung aus, die sich sonst nur durch eine geringere Bandbreite und somit unverhältnismäßigem Verlust an Nutzsignal realisieren ließe. Typisches Beispiel ist ein Funkfernsehersignal, dessen einer Kennzustand in das Nutzsignal fällt. Kann man in AM Störungen des anderen Seitenbandes durch einen Seitenbandwechsel entgehen, so verbleibt auch dann immer noch der andere Teil des Signals im nun genutzten Seitenband. Befindet sich der Störträger z.B. bei 800 Hz, so bringt weder eine tiefen- noch erst recht eine höhenseitige Beschränkung der Bandbreite etwas. Das Notchfilter hingegen schneidet den Störer gleichsam chirurgisch heraus.

Man kann auch die Filterkurve nach links bzw. rechts verschieben. In der Art des Passband-Tunings ändert sich – im Unterschied zur Frequenzabstimmung – nicht die BFO-Frequenz. Sonst würde sich in SSB (und CW, RTTY ...) gleichzeitig die NF-Tonfrequenz ändern. Am be-

sten, man probiert einmal in SSB aus, wie sich auf diese Weise bei gestörten Sendern die Verständlichkeit steigern lässt.



Das ist Filter-Flexibilität: Radio Nacional Saharaui kommt auf 6.300 kHz, und seine Modulationsseitenbänder reichen fast ± 6 kHz weit. Doch hindert ein breitbandiger Störer um 6.296,7 kHz die gesamte Nutzung auch des unteren Seitenbandes. Mit der Maus wird das Filter einfach angepasst (grauer Bereich) und bietet somit eine bislang unerhörte Empfangsqualität!

Was das Spektrum-Display zeigt

Der Perseus bietet grundsätzlich zwei Formen der Anzeige des eingestellten Bereiches:

- Spektrum-Anzeige und
- Wasserfall-Diagramm

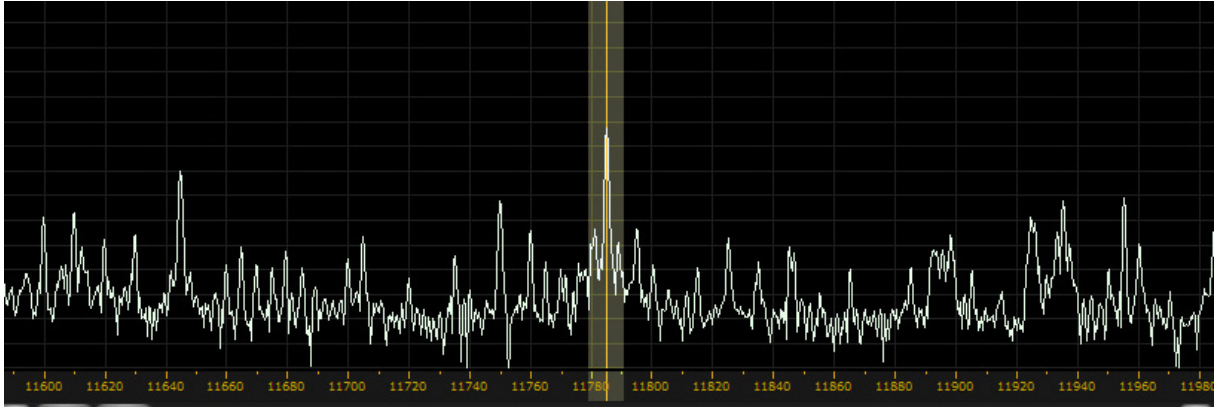
Beim Spektrum sehen sich die einzelnen Sender der Reihe nach zu Bergen aufgereiht. Ihre Höhe entspricht ihrem jeweiligen Signalpegel. Das Spektrum zeigt immer die augenblickliche Situation.

Die Einstellung der Eingangsdämpfung bzw. -verstärkung (Attenuator, Preamplifier) wirkt sich beim Perseus nicht auf die Pegelanzeige im Display aus. Wie beim professionellen Monitoring, so hat man auch hier also immer die tatsächlichen Verhältnisse im dargestellten Frequenzabschnitt im Blick.

Dazu noch zwei Bemerkungen:

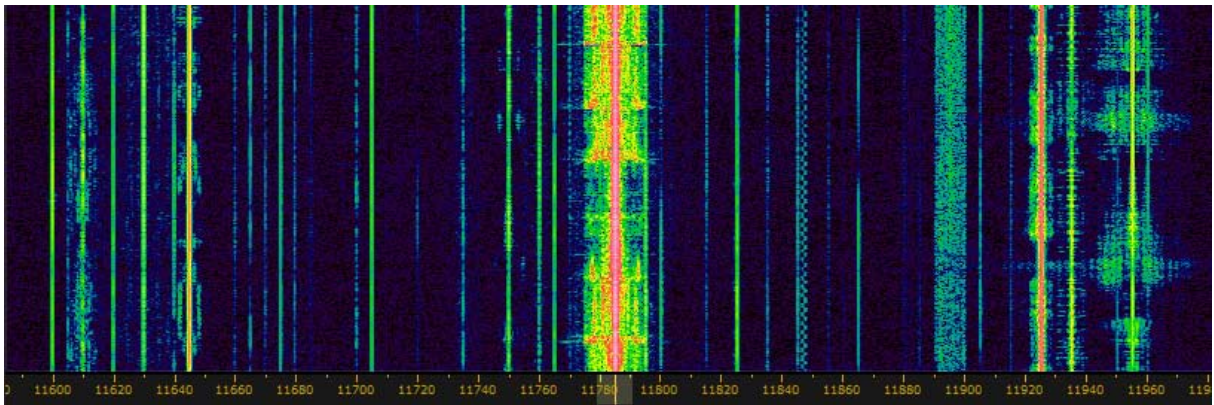
Wird bei einem sehr schwachen Signal oder beim Rauschen das Dämpfungsglied (ATT) geschaltet, so steigt die S-Meter-Anzeige, statt, wie in herkömmlichen Empfängern, um diesen Betrag zu sinken. Denn um eine jederzeit unabhängig von der ATT-Stellung konstante Spektrumanzeige zu erhalten, muss die Verstärkung der Hardware um den ATT-Betrag angehoben werden. Wird (fast) nur Rauschen empfangen, ist dann am S-Meter abzulesen, wie der Rauschfaktor des Receivers durch Einfügen einer Dämpfung (ATT) stieg.

Die Wirkung des schaltbaren Vorverstärkers (PREAMP) geht auf den unteren Frequenzen im atmosphärischen Rauschen unter und ist nur ab etwa 20 MHz und höher wirklich spürbar und auch nützlich. Der Vorverstärker senkt den Dynamikbereich in etwa demselben Maße, indem er verstärkt. Um die Wirkung des Vorverstärkers zu sehen: Antenne vom Perseus trennen und den Vorverstärker ein- bzw. ausschalten. Es ist eine (geringe) Differenz des am S-Meter angezeigten Rauschens sichtbar.



Zweimal das 25-m-Rundfunkband: hier als Spektrum ...

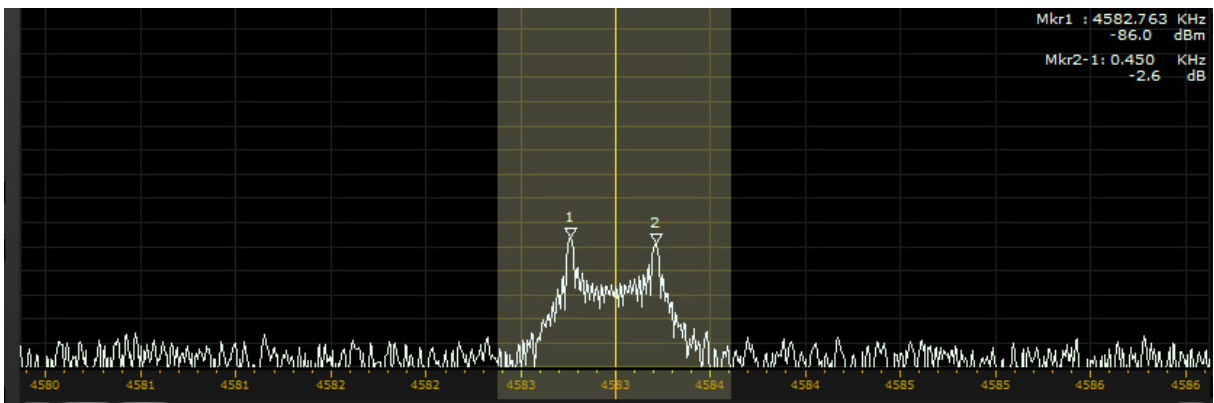
Beim Wasserfall-Diagramm werden die Aktivitäten fortlaufend aufgezeichnet. Damit ist eine Speicherfunktion verknüpft: Wir sehen den zeitlichen Verlauf eines Signals, einer Modulation.



... und hier derselbe Ausschnitt zur selben Zeit als Wasserfall-Diagramm.

Warum diese zweifache Möglichkeit zur Darstellung? Ganz einfach: man kann damit unterschiedliche Dinge jeweils optimal sehen, beurteilen, messen und einstellen.

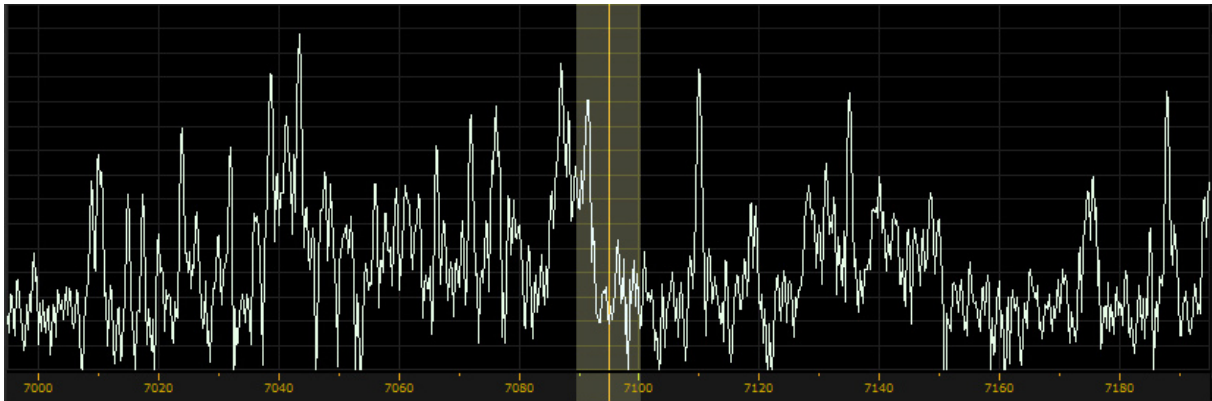
Das Spektrum eignet sich für einen ersten Überblick über die Bandaktivitäten, zum Messen und zum Verfolgen sich sehr schnell ändernder Signale. Ein Beispiel ist die unten gezeigte Vermessung eines kommerziellen Funkfenschreibsenders hinsichtlich des Pegels und der Frequenz der beiden Signale Mark und Space sowie ihres Abstandes, der Shift bzw. des Hubes. Es handelt sich dabei um den 1-kW-Sender DDK2 des Deutschen Wetterdienstes in Pinneberg.¹⁶



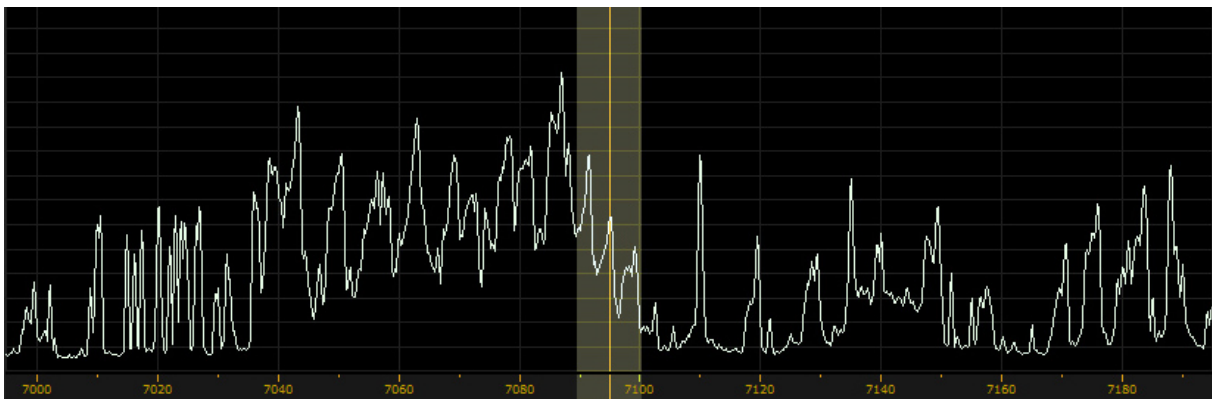
Dieses Funkfenschreibsignal besteht aus zwei Kennzuständen (Space und Mark). Sie wurden mit Marker 1 und Marker 2 versehen, um somit die Differenz (Shift) mit hier 450 Hz zu messen.

Mit den Reglern AVG (averaging) fügt man dem Hauptdisplay (Main) oder dem kleinen Abstimmdisplay (Sec) eine Glättungsfunktion zu. Sie mindert zwar die zeitliche Auflösung der Darstellung, führt jedoch in manchen Szenarien zu einem ruhigeren Bild der Lage. Manchen Hörer macht sonst sogar das Spektrum beim längeren Hinsehen regelrecht wuschig ...

Die beiden folgenden Abbildungen zeigen den Vergleich, der besonders wirkungsvoll für die Spektrum-Darstellung ausfällt, sich aber auch für das Wasserfall-Diagramm in ähnlicher Weise auswirkt.



Zweimal das 40- bzw. 41-m-Band: Hier ohne Glättungsfunktion, was den jeweiligen Pegel auch der Seitenbänder zeigt ...



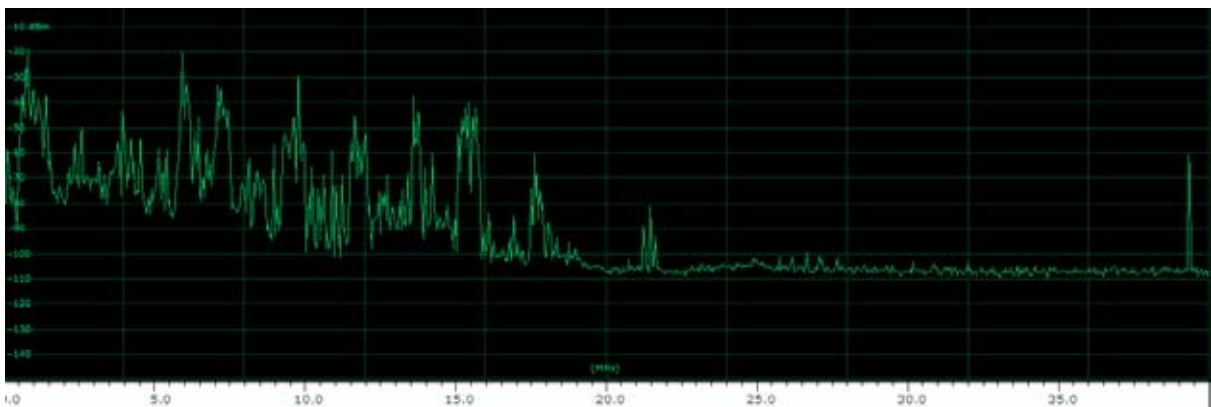
... und hier mit Glättungsfunktion AVG, wodurch sich eine deutlichere Darstellung der generellen Belegung ergibt. Von links nach rechts: schmalbandige Telegrafie-Signale, gefolgt bis 7.100 kHz von breitbandigen SSB-Sendern, woraufhin dann Rundfunksender im Abstand von 10 kHz bzw. 5 kHz die Führung übernehmen. Der Screenshot stammt von einem Contest-Sonntag (CQWW-SSB, 28.10.07) und zeigt daher extrem starke Amateurfunksender im SSB-Bereich.

Eine Besonderheit der Anzeige ist die Darstellung des gesamten Spektrums des Perseus von 40 MHz. Dieser Bereich kann für bessere Detailauflösung auf bis zu 10 MHz reduziert werden. Zuständig ist hierfür das im Lieferumfang enthaltene Programm „HF-Span“.



HF-Span zeigt, was die Antenne von 0 bis 40 MHz sieht. Hier wurde die Darstellung auf den aktiven Bereich von 0 bis 20 MHz reduziert. Schön zu sehen ist auch der Abfall des Rauschens in Richtung höherer Frequenzen.

HF-Span kann man übrigens gut auch dazu einsetzen, um die Durchlassbandbreite von HF-Filter zu überprüfen. Ich habe das mit meinem Preselektor SWF10-40 von Karl Braun/Nürnberg mal ausprobiert, wie die folgenden Screenshots zeigen. Dabei ist dessen 10-dB-Verstärker eingeschaltet, der die Dämpfung der hochwertigen HF-Filter wieder aufhebt.



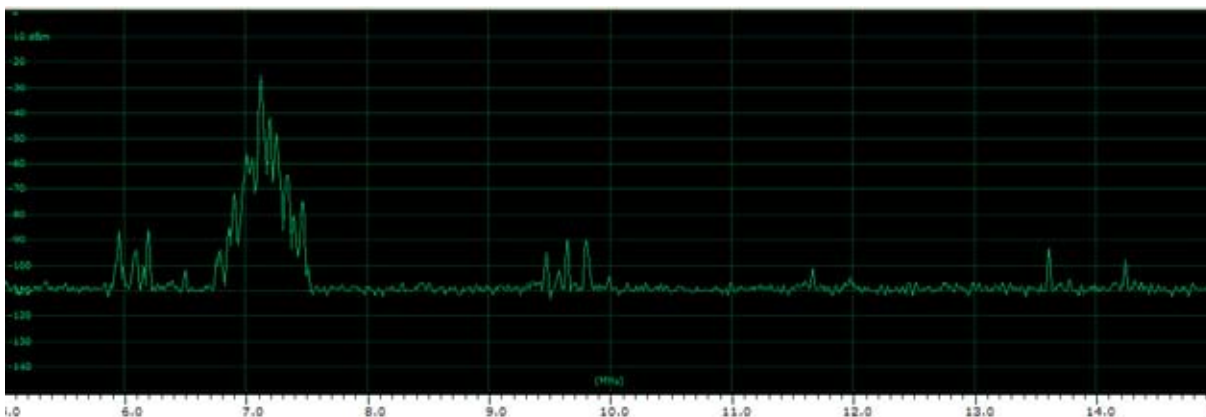
Hier in den späten Herbst-Nachmittagsstunden eine Aufnahme des kompletten 40-MHz-Bereiches an einer 42 m langen Windom-Antenne – ohne externen Preselektor.



Nun ist der Preselektor (Durchlassbereich: 7,0 bis 7,1 MHz) mit 0 dB Gesamt-Dämpfung eingeschaltet. Allein der Bereich um 7 MHz ragt heraus, alles andere ist geradezu extrem stark gedämpft.



Eindrucksvoll ist die 10-MHz-Lupe. Hier zunächst das Spektrum von 5 MHz bis 15 MHz ohne Preselektor.



Und hier ist wieder der Preselector in die Antennenleitung eingeschleift. Man beachte, dass die Abschwächung gleich jenseits von 7,1 MHz beginnt und schon zum Ende des 41-m-Rundfunkbandes deutlich sichtbar ist. Die sonst stark belegten Bänder darunter und darüber werden zu Zwergen. Kein Wunder, dass dieser nicht mehr produzierte Preselector zu den gesuchtesten und sinnvollsten Zubehöerteilen für herkömmliche Transceiver auf dem Gebrauchtmart zählt!

Wir nutzen das Wasserfall-Diagramm

Ist das Spektrum vielen schon vom Oszilloskop her bekannt, so bietet das Wasserfall-Diagramm geradezu unausschöpfbare Möglichkeiten. Es stellt Frequenzen und Pegel im Zeitverlauf dar. Hierfür wird eine besondere Methode genutzt, damit die Anzeige hinsichtlich aller Signale besonders aussagekräftig wird und beispielsweise reines (statistisch verteiltes, „weißes“) Rauschen nicht so auffällt.

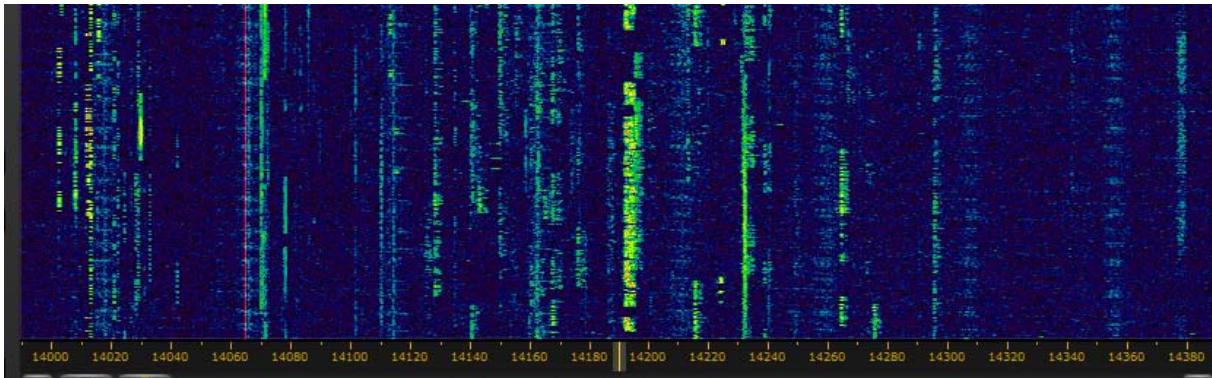
Die jeweiligen Pegel werden in verschiedenen Farben umgesetzt. Hierfür wird eine Farbpalette eingesetzt, die aufgrund ihrer sorgfältigen Abstufung („ramp“) auch geringe Pegelunterschiede sehr deutlich macht.

Das Wasserfall-Diagramm kann man sich auch wie einen Papierstreifen vorstellen, der von oben nach unten läuft. Seine Geschwindigkeit ist über die Dreieckspfeile oben und unten auf seiner rechten Seite wählbar. Der einstellbare Bereich ergibt sich aus der im Display dargestellten Breite des Frequenzbereiches: je breiter der Bereich, desto höher die Zeitauflösung, aber desto geringer jedoch die Frequenzauflösung.

Dazu im Folgenden einige praktische Beispiele.

Wie stark belegt ist ein Frequenzbereich?

Oft möchte man einfach sehen, was in einem Band los ist. Wie ist die Aktivität? Wie stark sind die Signale? Der Funkamateurliebt es, nach freien Frequenzen zu suchen, um seinen CQ-Ruf zu platzieren. Oder er will eine DX-Station mit ihrem Pile-up sowie ihrer Betriebstechnik beim Split-Betrieb mit unterschiedlichen Sende- und Empfangsfrequenzen schnell erkennen. Das Wasserfall-Diagramm ist geradezu ideal hierfür und gibt überdies auch noch Auskunft über Signalstärken, Bandbreiten und – mit etwas Erfahrung – Betriebsarten.



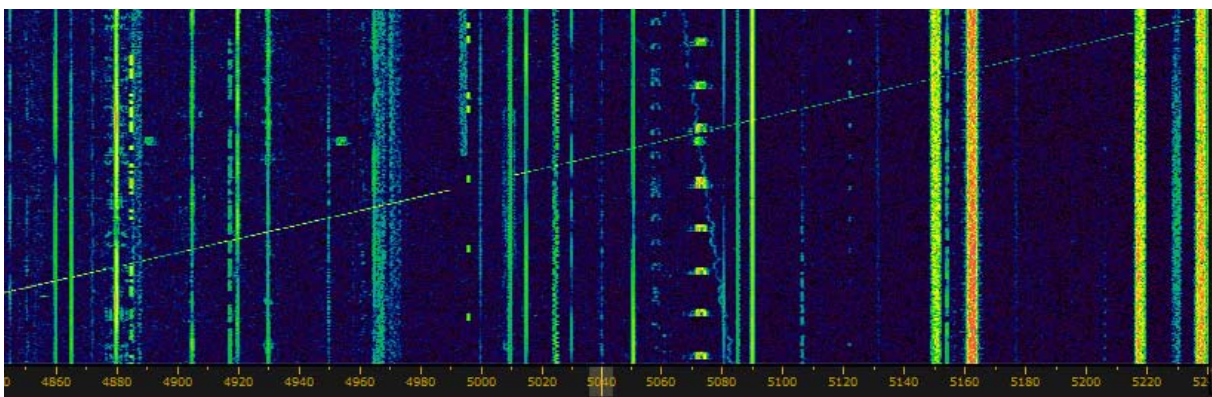
Ein Sonnabend-Nachmittag im Herbst zeigt das 20-m-Amateurfunkband gut gefüllt: links Telegrafie, gefolgt von Datenfunk ab etwa 14.070 kHz, bis dann ab 14.120 kHz erste SSB-Stationen einsetzen. Bei 14.230 kHz sind SSTV-Sender zu erkennen.

Der Kurzwellenhörer, der gerne nicht nur vom Rundfunk genutzte Bereiche aufsucht, hat somit einen bis zu 400 kHz breiten Bereich im Blick. Ist sein Wunschsender gestört, so kann er eine andere Station probieren. Aber zugleich behält er den ersten Sender im Blick: Wenn dort die Störungen verschwinden – was oft genug vorkommt –, bringt ihn ein Mausklick sogleich wieder auf diese erste Station.

Schnelle Sendungen erfassen

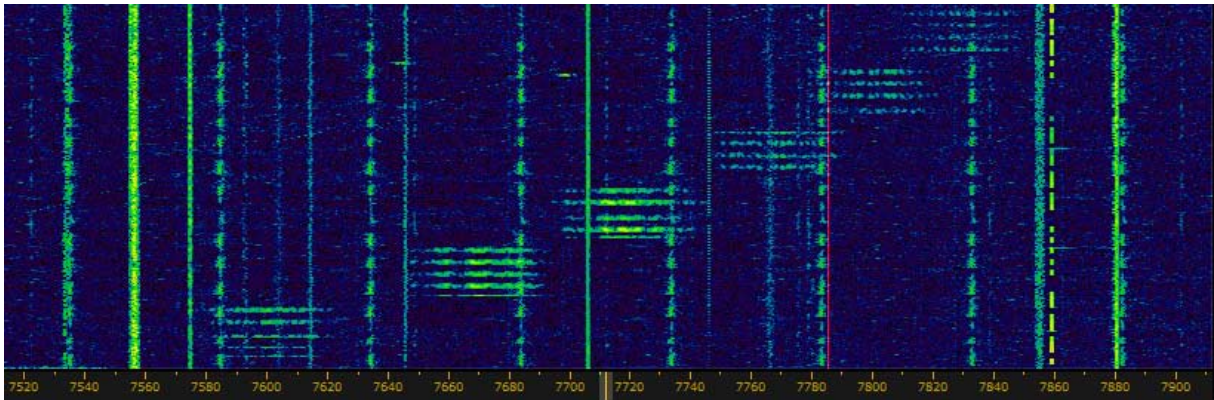
Ab und zu hört man auf Kurzwelle kurze Geräusche, die wie ein „swuutsch“ oder wie ein kurzes Knurren klingen. Das können Ionosonden sein.¹⁷ Sender, die regelmäßig durch die Kurzwelle „laufen“ und deren Empfang Rückschlüsse auf das aktuelle Reflexionsvermögen der Ionosphäre zulässt.

Das Tempo der analogen Sonden liegt zumeist bei 100 kHz je Sekunde. Es kann aber auch z.B. 125 kHz/s betragen. Dann fällt die Darstellung steiler aus.



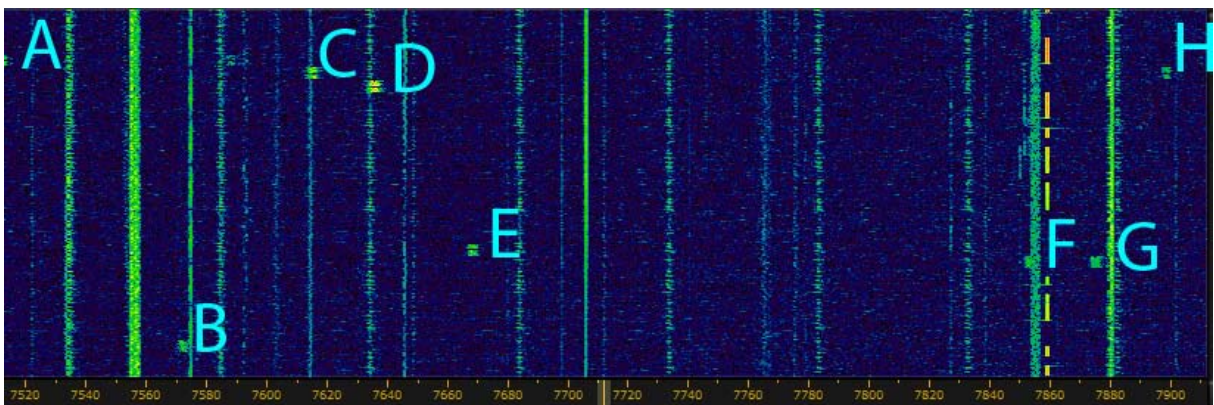
Eine analoge Ionosonde läuft durch das 60-Meter-Band von links unten nach rechts oben. Sie spart den Bereich um 5.000 kHz zum Schutz der dortigen Zeitzeichensender (im Bild: RWM 4.996 kHz und BPM 5.000 kHz) aus.

Digitale Ionosonden hingegen, wie sie auch vom IAP in Juliusruh¹⁸ genutzt werden, zeichnen sich durch einen treppenartigen Verlauf aus:



Hier steigt eine Digisonde durch einen Frequenzbereich um $\pm 7,7$ MHz. Deutlich zu sehen ist der durchaus unterschiedliche Empfangspegel der sechs von unten links nach oben rechts wandernden Impulspakete.

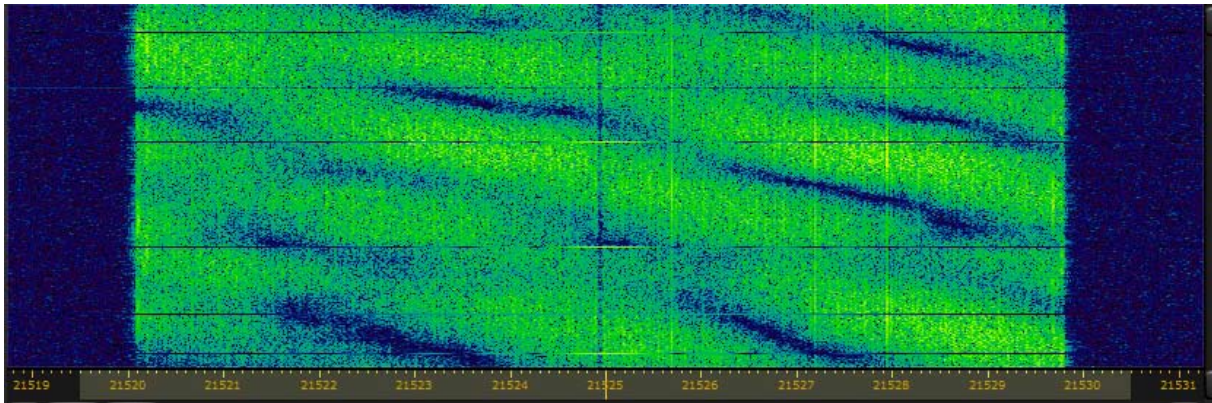
Auch Frequenzsprungsender (frequency hopper) ändern ihre Frequenz. Sie strahlen ihre Information immer in kurzen Häppchen auf verschiedenen Frequenzen aus. Die Gegenstelle, deren Empfänger in demselben Muster umschaltet, setzt diese Pakete wieder zu einem Daten- oder Sprachfluss zusammen. Eine ziemlich sichere Methode gegen das Abhören und nicht nur beim Militär sehr beliebt:



Die Informationspakete eines Frequenzsprungsenders im Bereich um 7,7 MHz sind hier von A bis H markiert.

Fading sehen und beurteilen

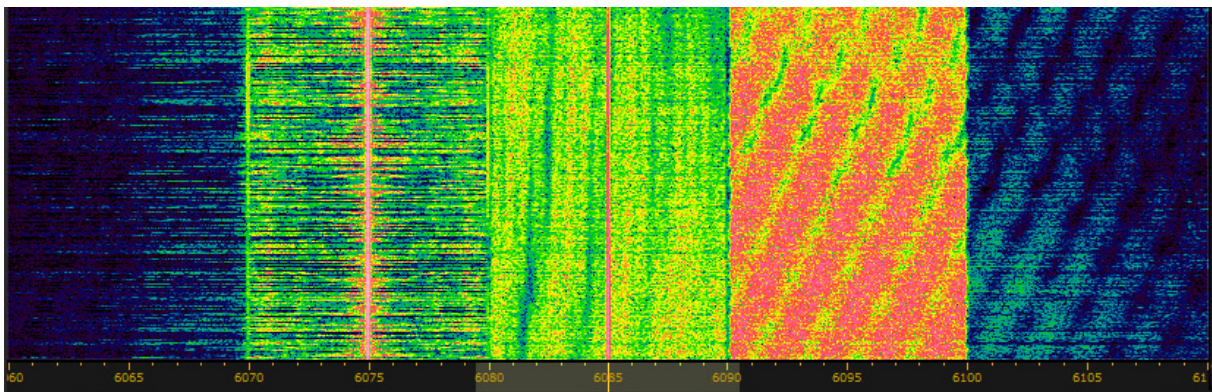
Die Darstellung von Sendern im Wasserfall-Diagramm eignet sich hervorragend auch dazu, den Charakter des Fadings zu sehen und zu beurteilen. Fading? Das sind die Pegeländerungen eines Signals, wie sie durch den ständigen Wechsel innerhalb der Ionosphäre vorkommen. In herkömmlicher Weise erfasst man sie durch die Änderungen der S-Meter-Anzeige. Das Wasserfall-Display jedoch bietet – vor allem bei breitbandigen Signalen – auch einen Blick auf die Struktur des Fadings.



Die BBC in Thailand auf 21.525 kHz sendet in DRM. Das 10 kHz breite Signal zeigt scharfe Fading-Einbrüche, die jedoch immer nur einen schmalen Frequenzbereich erfassen.

Beim obigen Bild ist selektives Fading besonders gut zu sehen. Es zeigt, dass Fading oftmals nur einen schmalen Ausschnitt des Gesamtsignals erfasst. DRM mit seinem breiten Signal, seinen vielen Trägern und der gewissen Redundanz der Übertragung ist daher gegen selektives Fading gut gewappnet.

Jeder Sender findet seinen eigenen individuellen Weg zum Empfänger. Somit sieht auch dieses Muster immer wieder unterschiedlich aus:

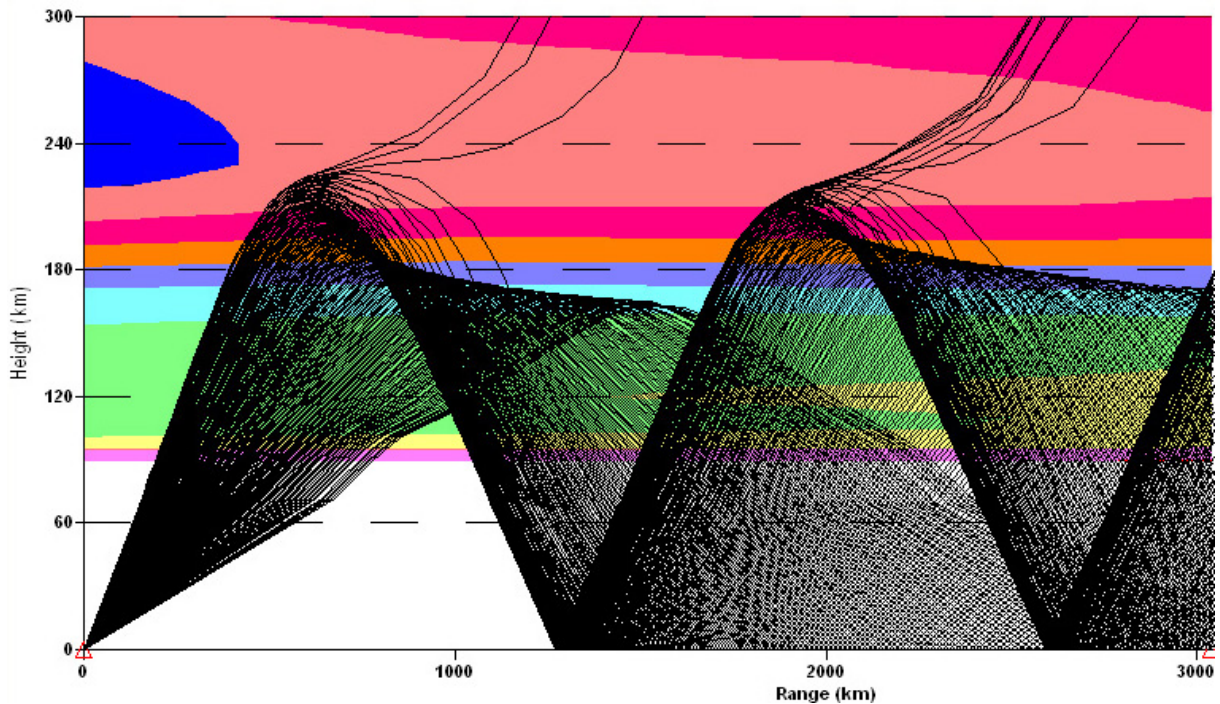


6.075 die Deutsche Welle in AM, 6.085 kHz der Bayerische Rundfunk in DRM mit geringem Fading und auch 6.095 RTL in DRM mit rhythmischem, schmalbandigen Fading, das sich über die nominale Bandbreite weiter nach rechts hin abzeichnet.

Dieses Fading kommt dadurch zustande, dass jedes Signal nicht nur über einen, sondern über mehrere Wege zum Empfänger kommt. Zudem spaltet sich das Signal unter Einfluss des Erdmagnetfeldes noch in zwei Komponenten auf, die wiederum je unterschiedliche Wege nehmen (können). Jeder dieser Wege beeinflusst das Signal hinsichtlich Pegel, Laufzeit und Polarisation unterschiedlich und in sich laufend ändernder Weise. Die tatsächliche Ausbreitung unterscheidet sich einigermaßen von der, wie sie einfachere Lehrbücher mit ihrem „Strahl“ suggerieren.

Wenn sie sich im Empfänger wieder mischen, so können einige Anteile einander verstärken, andere wiederum abschwächen. Das ist auch von der Polarisation der betreffenden Antenne abhängig. Ein starkes Signal klingt somit nicht unbedingt verständlicher als ein schwächeres, das jedoch den Empfänger ohne wesentliche Beeinträchtigung erreicht.

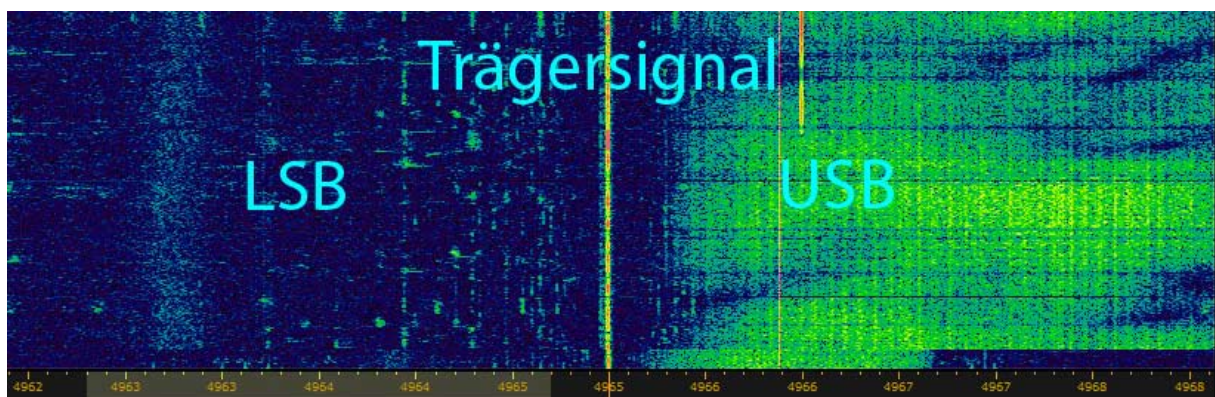
Eine realitätsnahe Simulation der Ausbreitung mit der AREPS-Software¹⁹ nach den Gesetzen der Wellenoptik bietet das folgende Bild:



Simuliert wurden hier die Ausbreitungswege beim Empfang von KOL Israel auf 15.760 kHz in Deutschland. Viele Wege führen dahin. Und sie ändern sich von Sekunde zu Sekunde.

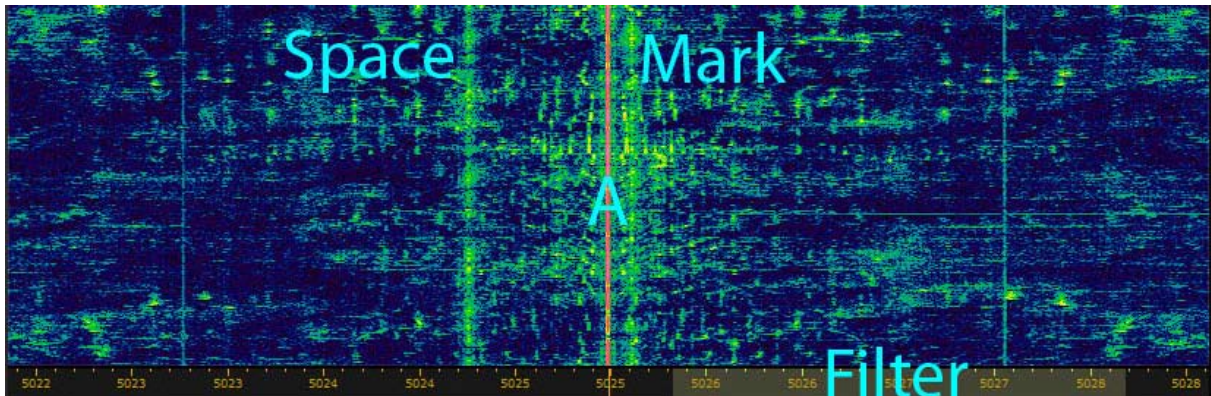
Störungen sehen und ihnen entgehen

Der Kurzwellenempfang lebt mit Störungen durch andere Sender. Vor allem den DXern, den am Fernempfang interessierten Kurzwellenhörern, ist das bekannt. Das Wasserfall-Diagramm ist ein vorzügliches Werkzeug, das Terrain zu sondieren und Störungen gezielt auszuweichen. Beispielsweise durch die Wahl des weniger gestörten Seitenbandes, wie die folgende Abbildung zeigt:



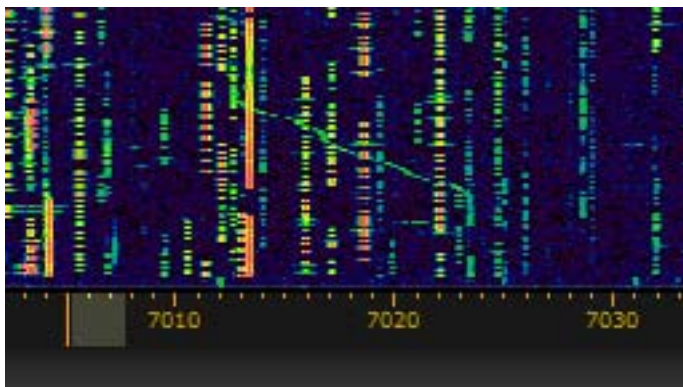
VoA Botswana²⁰ auf 4.930 kHz wird im oberen Seitenband (USB) durch ein Datensignal gestört. Umschalten auf das untere und ungestörte Seitenband (LSB) sichert gute Verständlichkeit!

Mehr Überlegung erfordert der folgende Fall, Radio Rebelde/Kuba²¹ auf 5.025 kHz. Der Sender wird durch ein Funkfernzeichensignal gestört. Dessen Mark-Frequenz liegt auf 5.025,2 kHz, die Space-Frequenz auf 5.024,45 kHz. Durch einfachen Seitenbandwechsel kann man somit dem Störer nicht entgehen. In USB hätte der Störer eine Frequenz von 200 Hz, in LSB von 550 Hz. Entweder geht man in ein Seitenband und stellt das (zukünftige) Notchfilter auf den dann nur noch einen Störer. Oder man geht in das obere Seitenband und stellt die Bandbreite entsprechend ein. Sie lässt sich ja asymmetrisch regeln (siehe auch oben das Beispiel mit Radio Nacional Saharai auf 6.300 kHz), sodass die Durchlasskurve in diesem Fall mit einem Teil der unteren Frequenzen vor allem den Störer zurückweist.



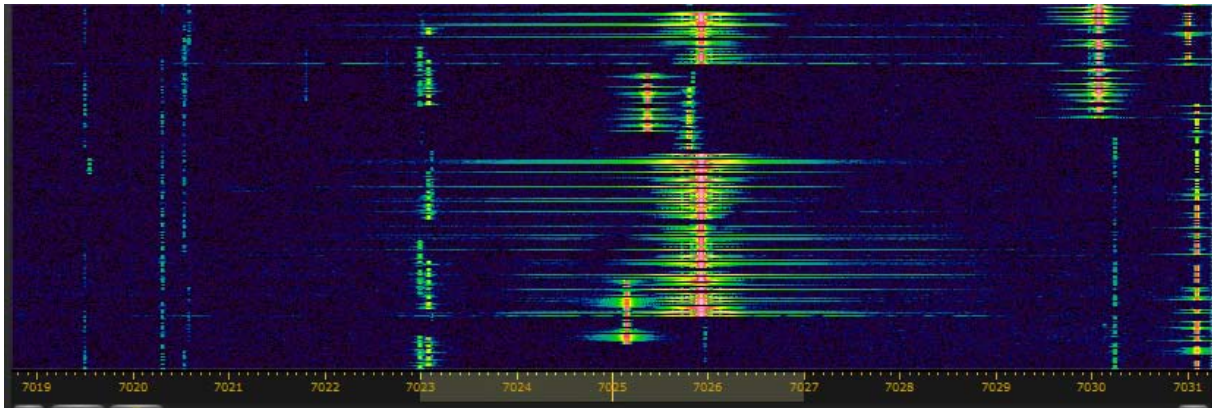
Radio Rebelde auf 5.025 kHz (A) wird von einem Funkfernzeichensignal (Space/Mark) in beiden Seitenbändern gestört. Wechsel in das obere Seitenband und Anpassung der Filterkurve führen zu einer ungestörten Verständlichkeit.

Nicht immer aber kann man Störungen entgehen, jedoch wenigstens ihre Ursache feststellen. Beispielsweise, wenn ein Funkamateurl seinen VFO-Knopf einfach achtlos „über das Band dreht“:



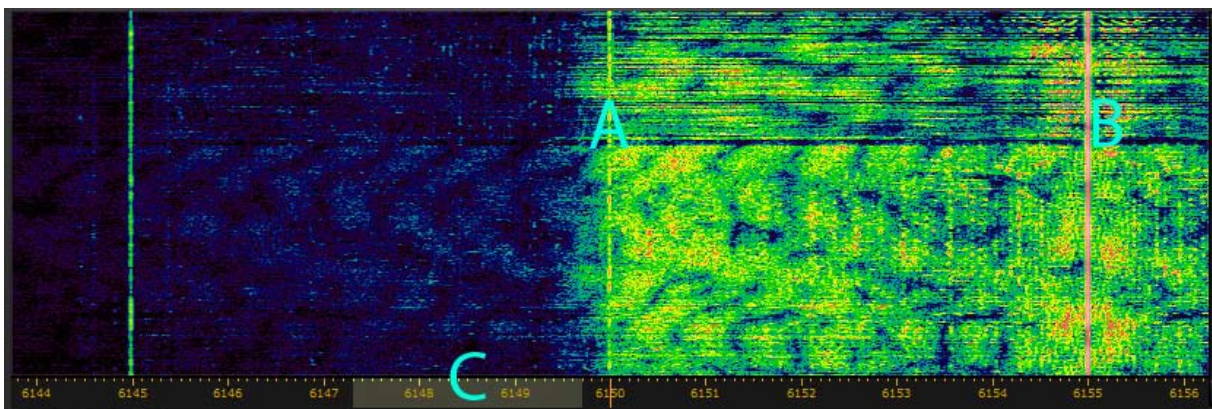
Im Telegrafie-Bereich des 40-m-Amateurfunkbandes wird ein CW-Contest gefahren. Ein Funkamateurl jedoch dreht seinen VFO beim Senden (!) von 7.010 kHz auf 7.023,5 kHz – sichtbar in der Bildmitte.

Noch ein Beispiel aus dem Telegrafie-Bereich des 40-m-Amateurfunkbandes: Der Sender auf 7.026 kHz ist schlecht konstruiert oder abgeglichen. Seine Tastklicks stören noch im Bereich von ± 3 kHz. Die Signale links davon sind schön schmalbandig, die weiter rechts vom „dicken Brummer“ allerdings belegen ebenfalls mehr Platz, als es dem Stand der Technik entspricht. Filter beim Empfänger sind dagegen machtlos, denn es handelt sich bei diesem so genannten „Klick-Spektrum“ ja um tatsächlich ausgestrahlte, also „echte“ Signale.



Breit aufgetragen ist das Telegrafie-Signal auf 7.026 kHz. Es stört leise Funkamateure im Umkreis von ± 3 kHz.

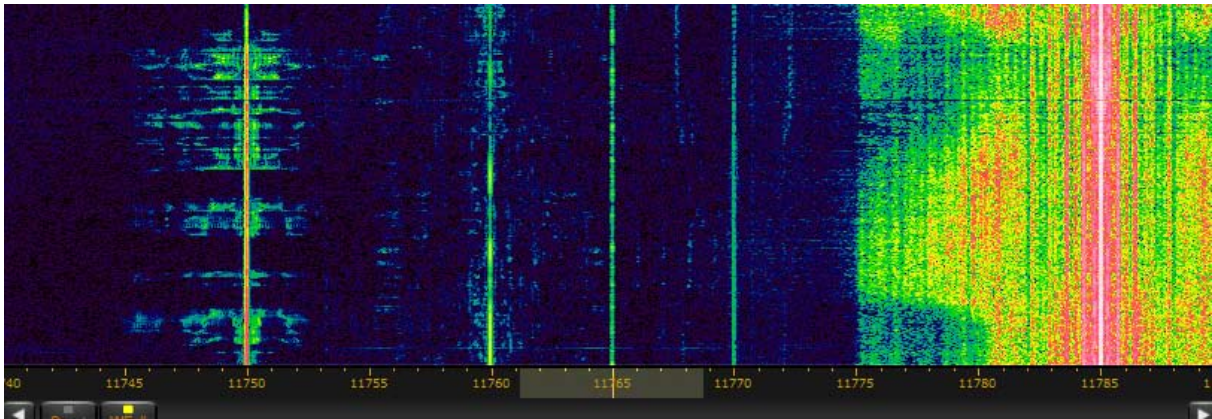
Störungen entstehen auch durch unprofessionell bzw. außerhalb der Norm betriebene Sender sowie durch eigentlich nicht vorgesehene Empfänge – letztere aber sind das Geschäft jedes regen DXers. So beträgt im AM-Kurzwellenrundfunk zwar das Kanalraster 5 kHz, die meisten Stationen jedoch strahlen ein 10 kHz breites Signal aus. Internationale Regelungen reduzieren die Störungen durch eine Frequenzkoordination, nach der Sender, die in dasselbe Zielgebiet strahlen, mindestens 10 kHz Abstand voneinander aufweisen.²² Deshalb kann auf 6.155 kHz ruhig der Österreichische Rundfunk für Europa mit 10 kHz Bandbreite senden. Möchte der DXer jedoch Singapore News Radio auf 6.150 kHz (Versorgungsgebiet: Asien) hören, dann sieht er sich vor folgender Situation:



Der Österreichische Rundfunk auf 6.155 kHz (Träger: B) belegt 10 kHz Bandbreite. In seinem unteren Modulations-Seitenband verschwindet das obere Seitenband von Newsradio Singapore auf 6.150 kHz (Träger: A). Lösung (Filter-Durchlasskurve C) siehe Text.

Aus diesem Anblick aber ergibt sich sogleich die Lösung: Man geht in das untere Seitenband, muss allerdings selbst dann die Tiefen des Senders Singapur noch etwas beschneiden (Filterbreite und -lage: C), weil die Österreicher doch etwas kräftig modulieren. Der Perseus lohnt diesen kleinen Umweg mit geradezu perfektem Singapur-Empfang in Englisch. Die leichten ORF-Störungen, die sich im typischen Fading-Muster noch bis unter 6.145 kHz hinaus im Display abzeichnen, spielen für den Hörempfang keine Rolle.

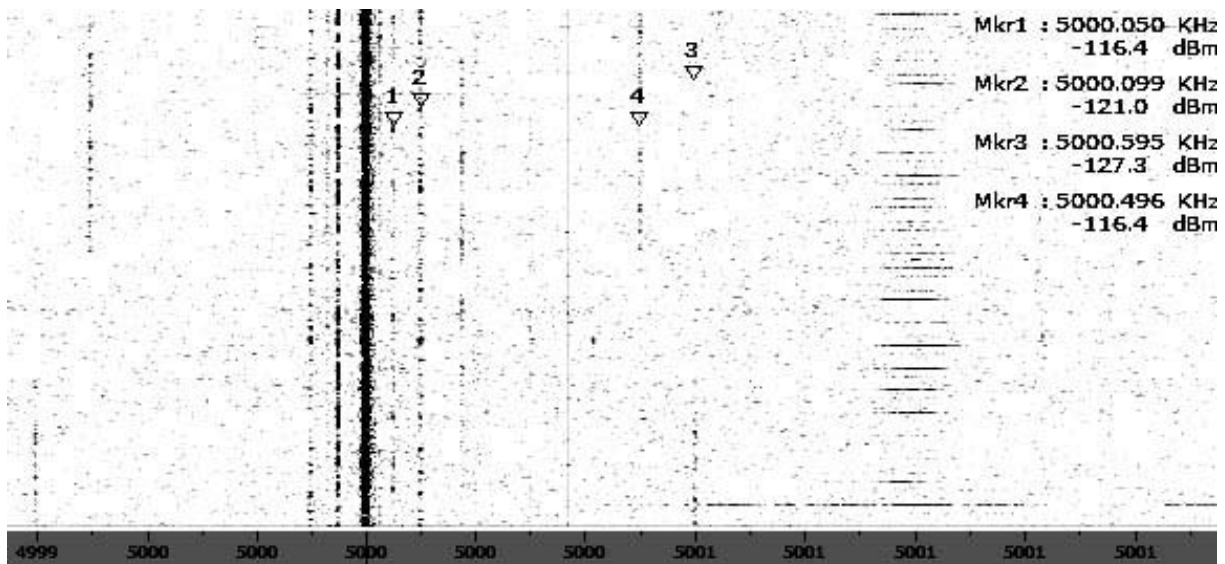
China Radio International (Relaisender Cërrik/Albanien) aber erlaubt sich auf 11.785 kHz ein sogar 20 kHz breites Signal. Klingt natürlich super. Es fiel mir auf, als ich KNLS aus Alaska auf 11.765 kHz in Mandarin hörte, siehe unten. Zugleich zeigt dieser Screenshot mitten aus dem Leben des 25-m-Rundfunkbandes, wie verschieden stark sich die Modulations-Seitenbänder von Rundfunksendern im Wasserfall-Diagramm abzeichnen.



Fünf Rundfunksender im 25-Meterband sind hier zu sehen. Der auf 11.785 belegt 20 kHz Bandbreite. Eingestellt wurde auf KNLS, 11.765 kHz – schwaches, aber gut verständliches Signal aus Alaska.

Schwache Sender entdecken

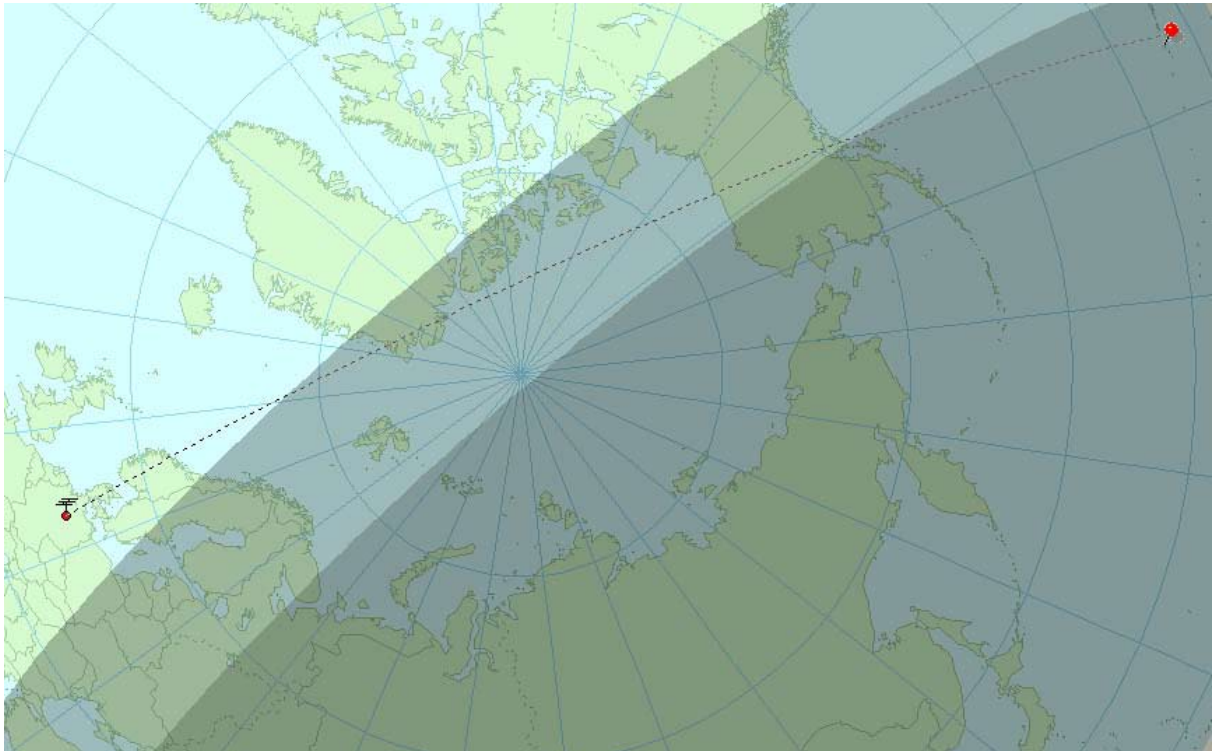
Eigentlich will der Kurzwellenhörer ja lieber hören. Aber manchmal müssen ihm doch die Augen die Ohren ersetzen. Etwa, wenn der Sender zu schwach ist, um (schon) gehört zu werden. Gerade ein Fade-in ist gut zu beobachten. Und an manchen Tagen und bei manchen Sendern bleibt es auch dabei – so sind Stationen wie ZLXA auf 3.935 kHz aus Neuseeland oder „The Cross“ auf 4.755,2 kHz aus Pohnpei leichter zu sehen als zu hören. Nehmen wir aber hier einmal den Zeitzeichensender WWVH aus Hawaii auf 5 MHz. Ihn im Oktober gegen 15:00 Uhr zu empfangen, stellt Antenne wie Empfänger (Großsignalverhalten, Rauschen) ganz schön auf die Probe. Aber es gelingt, wie der folgende Screenshot zeigt, den ich zur noch besseren Darstellung nach Schwarz-Weiß konvertiert habe.



Auf 5.000 kHz befinden sich die Zeitzeichensender BPM und WWVH. BPM ist mit seinem ± 50 -Hz-Unterträger (Marker 1) zudem gut zu hören. Marker 2 steht für den ± 100 -Hz-Unterträger von WWVH. Beide Unterträger übertragen BCD-codierte Zeitinformationen. Zudem sehen wir mit Marker 3 und Marker 4 zwei weitere Unterträger in jeweils ± 500 Hz und ± 600 Hz vom Signal verzeichnet. Diese werden nach einem festen Muster abwechselnd von WWV/Ft. Collins und WWVH/Kauai ausgestrahlt. Um 15:38 Uhr UTC ist WWVH der 600-Hz-Ton und um 15:39 Uhr UTC der 500-Hz-Ton zugewiesen – wie im Wasserfall-Diagramm problemlos nachvollziehbar.

WWVH hat eine Sendeleistung von 10 kW, die Leistung der jeweiligen Unterträger wird jedoch ein Kilowatt nicht überschreiten. Also eine bemerkenswerte Leistung für Antenne und Receiver während der Greyline-Ausbreitung (siehe Abbildung unten)!

Die Marker haben übrigens auch in der Wasserfall-Darstellung die angenehme Eigenschaft, nicht nur die Frequenz zu kennzeichnen, sondern dynamisch auch den gerade dort vorhandenen Signalpegel, in dessen Takt sie sich auf und ab bewegen. An „guten Tagen“ war die Ansagerin von WWVH überdies deutlich zu hören.

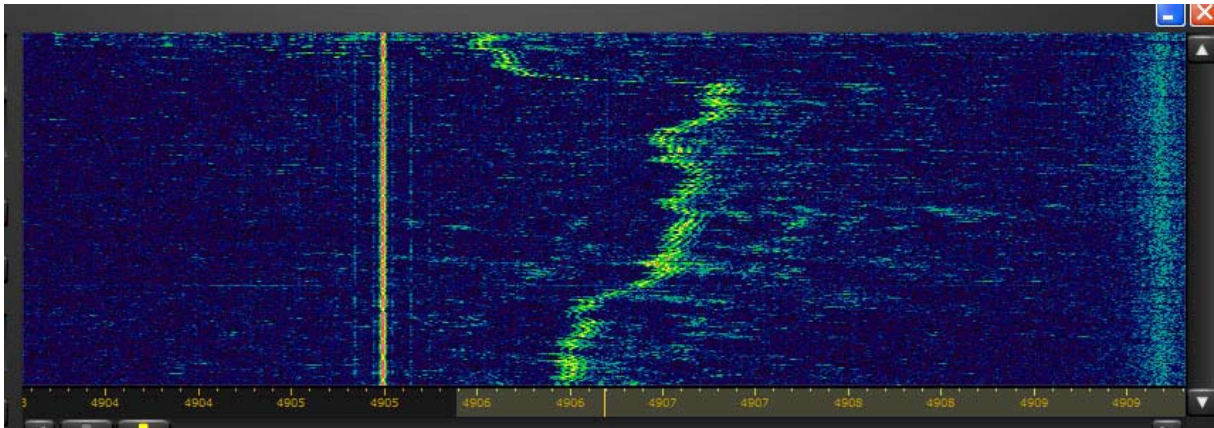


Hannover – Kauai am 22. Oktober gegen 15:30 Uhr UTC: klassische Greyline-Ausbreitung macht den Empfang von WWVH auf 5 MHz auf dieser schwierigen Strecke möglich.²³

Fehlerhafte Sender

Die Wasserfall-Anzeige hilft auch, Fehler bei Sendern aufzuspüren. Das kann mal eine Station sein, dessen Träger mit einem Brumm behaftet ist, der sich dann als doppeltes Seitenband in 50 Hz oder 60 Hz Abstand vom Träger abzeichnet.

Eines der ungewöhnlichsten Phänomene jedoch, die ich bisher in einem Rundfunkband beobachten konnte, zeigt der folgende Screenshot:

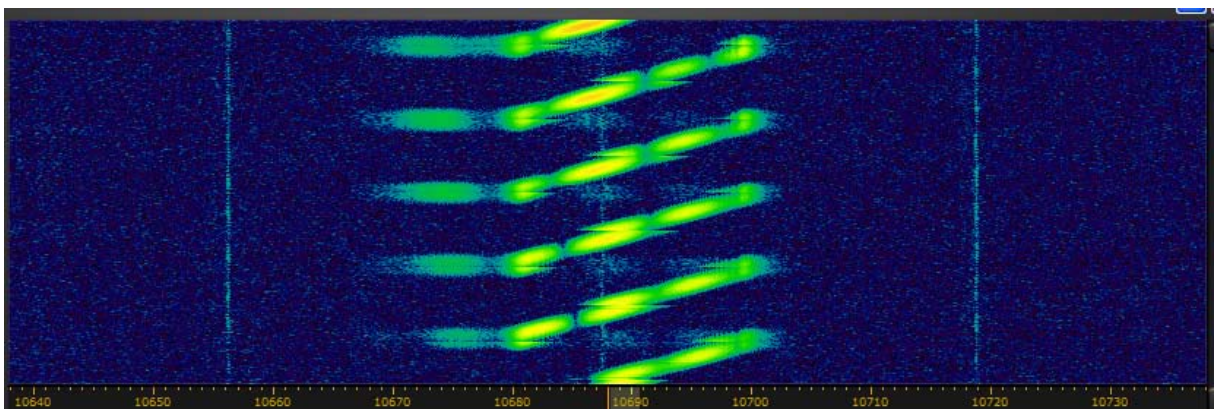


Der Träger von Xizang PBS/Lhasa auf 4.905 kHz zieht ruhig seine Bahn, während ein ziemlich verwirrend modulierter Träger mehrere 100 Hz durch das Band wandert (siehe Text).

Das wandernde Signal hörte sich an wie ein verzerrter arabischer Rundfunksender. Und richtig: es soll einer Vorstufe eines Senders des Broadcasting Service of the Kingdom of Saudi Arabia entfliehen, der ein dann eigentlich ordentliches Signal im 31-Meterband abliefern.

Ungewöhnliche Sender

Es scheint so, dass die Profis die Kurzwelle wieder entdecken. Digitaltechnik bietet viele Möglichkeiten, den Unbilden ionosphärischer Ausbreitung (pro)aktiv zu trotzen. Dadurch steigt auch die Zahl der rätselhaften Signale. Recht ungewöhnlich sind beispielsweise HF-Radarsender wie das französische „Nostradamus“-System, das einen Umkreis von rund 2.500 km erfasst und bewegliche „Ziele“ wie ein übliches Radar erkennt. Das Signal ist – anders als die früheren und „Woodpecker“ genannten Überhorizont-Radare – nur 25 kHz breit. Sein Bild im Wasserfalldisplay lässt schon seinen Klang erahnen:

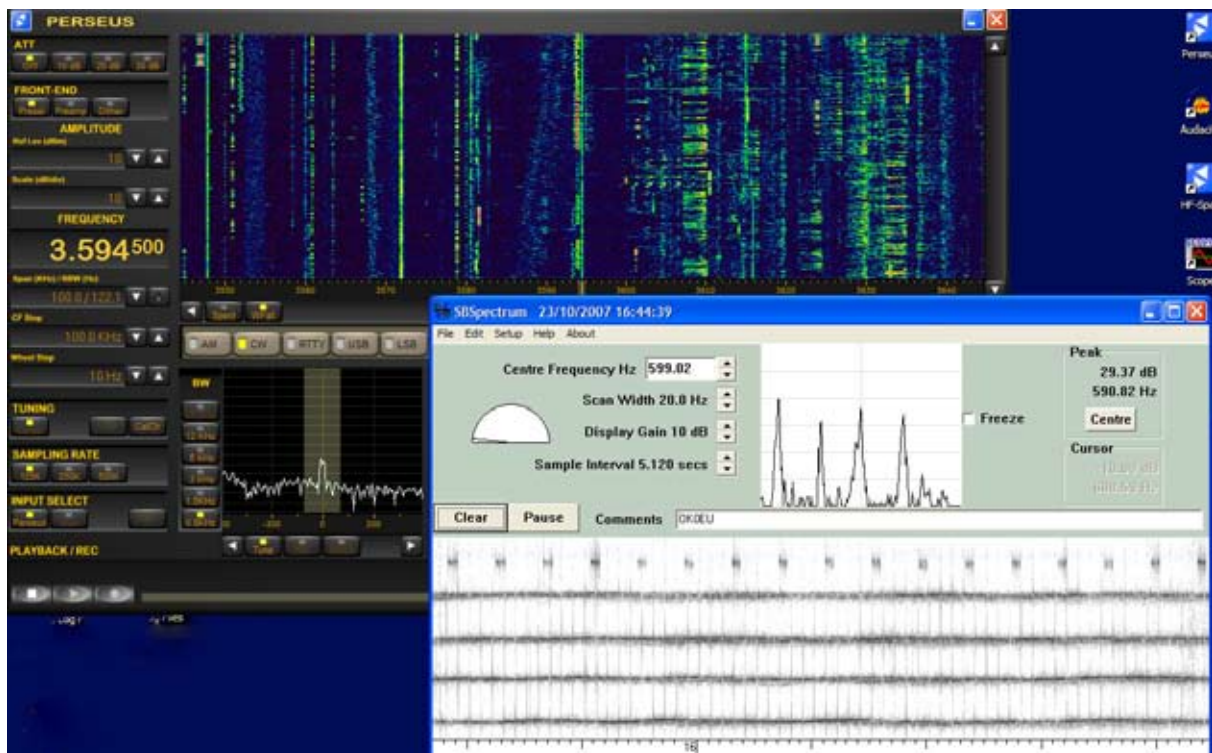


Nur etwa 25 kHz belegt das frequenzmodulierte Signal des französischen HF-Radars „Nostradamus“.

Experimente zur Funkausbreitung

Der Perseus ist u.a. wegen seines Großsignalverhaltens, seiner Filter, seiner Frequenzstabilität und seines hochreinen Oszillators geradezu prädestiniert für die Untersuchung von Ausbreitungsphänomenen. Schon ein Überblick würde den Rahmen dieser Handreichung sprengen, daher nur zwei Hinweise:

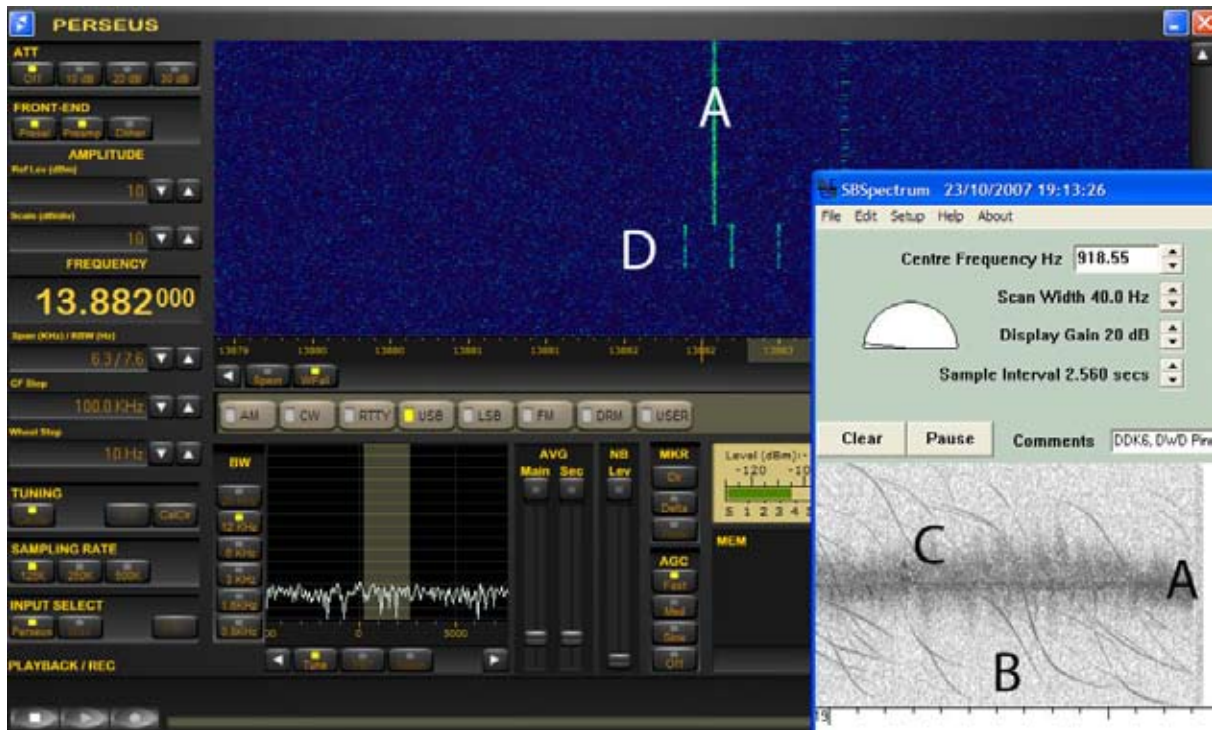
Den ersten auf das inzwischen zu fünf Bakensendern ausgebaute Netz, das Funkamateure und Physiker der Tschechischen Akademie der Wissenschaften auf 3.594,5 kHz betreiben.²⁴ Die jeweils nur ein Watt starken Sender stehen an unterschiedlichen Standorten, was mit einer hochauflösenden Analyse-Software die Beobachtung von Doppler-Effekten an sich bewegender Ionosphäre sowie ihre Eigenschaft der Aufspaltung elektromagnetischer Wellen ermöglicht. Man kann auch nachvollziehen, in welche Richtung und in welchem Tempo örtliche Störungen der Ionosphäre wandern. Da hier eine sehr hohe Frequenzauflösung im Millihertz-Bereich angezeigt werden muss, greift man dabei auf entsprechende Software von Drittanbietern zurück. Ich setze hierfür gerne SBSpectrum²⁵ des britischen Funkamateurs Peter Martinez, G3PLX, ein. Das untenstehende Bild zeigt diesen Empfang und auch, dass die Ionosphäre die hochstabil ausgestrahlten Signale – weil: an GPS angebunden – in ihrer Frequenz jeweils ein wenig unterschiedlich verändert.



Auf 3.594,5 kHz senden fünf tschechische Baken unter dem Rufzeichen OK0EU. Sie werden mit dem Perseus empfangen (oben) und ihr Pegelverlauf mit SBSpectrum aufgezeichnet. Dort beträgt der dargestellte Bereich lediglich 20 Hz.

Der zweite Hinweis gilt Reflexionen an Flugzeugen. Wählt man einen Sender, der sich (fast) in der „Toten Zone“ befindet, so kommt dessen Signal über die Ionosphäre nur als recht breite und schwache Streureflexion („Backscatter“) herein. Ein Flugzeug jedoch, in dessen „Sichtbereich“ sich Sender und Empfänger befinden, reflektiert das Signal scharf. Da sich das Flugzeug bewegt, kommt es zum Dopplereffekt: die reflektierte Frequenz weicht von der Sendefrequenz ab. Um welchen Betrag und um welche Richtung, das hängt – grob gesagt – von Geschwindigkeit und Kurs des Fliegers sowie Höhe der Sendefrequenz ab. Je größer

die Geschwindigkeit und je höher die Frequenz, desto größer und auch besser sichtbar die Abweichung. Üblicherweise entstehen kurvenförmige Verläufe, wie sie die untenstehende Abbildung zeigt, die wegen der erforderlichen hohen Frequenzauflösung wiederum den Perseus mit SBSpectrum kombiniert.



Zwischen zwei FAX-Übertragungen lässt der Deutsche Wetterdienst Pinneberg seinen Sender auf 13.882,5 kHz angeschaltet. Sein Trägersignal A kommt in der Nähe Hannovers als breites und schwaches Backscatter an. Flugzeuge jedoch reflektieren es bedeutend schärfer, was sich durch charakteristische Dopplerkurven (B) abzeichnet. C sind dicht am Träger liegende Reflexionen der ionisierten Meteoritenkanäle. Bei D setzt die FAX-Übertragung wieder ein.

Die weiteren Experimentiermöglichkeiten sind nahezu unbegrenzt. So lassen sich mit der Software „Scattergram“²⁶ die verschiedenen Ausbreitungswege der drei britischen 5-MHz-Funkbaken²⁷ nach Zeit und Frequenz hoch aufgelöst darstellen. Oder man wertet mit einer Software wie „Chirpview“²⁸ professionelle Ionosonden aus. Das komplett digitale Konzept des Perseus lässt viele diese Dinge schon nutzen und verspricht, weitere zu erschließen.

Die Abstimmung – viele Wege zur Frequenz

Ein eigener Abschnitt zur Abstimmung? Ja, denn auch hier bietet Perseus Neues, wie beispielsweise die völlig visualisierte Abstimmung. Aber der Reihe nach.

- Abstimmung mit der Frequenzanzeige: auf die entsprechende Ziffer der Frequenzanzeige klicken und mit dem Mausrad abstimmen. Der Drehknopf PowerMate eignet sich hierfür besonders gut.
- In die Frequenzanzeige doppelklicken: ein neues Fenster öffnet sich zur numerischen Frequenzeingabe – entweder über die Ziffern auf der Tastatur, oder indem man mit der Maus die virtuelle Tastatur des neuen Fensters bedient.
- Mit dem Mausrad in einstellbaren Schritten: gewünschte Schrittweite im Feld „Wheel Step“ wählen, mit dem Mauszeiger in das große Display (Spektrum oder Wasserfall)

gehen und mit dem Musrad die Frequenz ändern. Das ist praktisch, um etwa beim Mittelwellen-DX von einem 10-kHz- oder 9-kHz-Kanal zum nächsten zu springen.

- Direktabstimmung durch Zeigen und doppelklicken auf die gewünschte Frequenz im großen Wasserfall- oder Spektrumdisplay.
- Quasi-kontinuierliche Abstimmung: Mauszeiger in die Frequenzskala unterhalb des Spektrum- bzw. Wasserfall-Displays lenken, sodass der Mauszeiger zum Doppelpfeil wird. Linke Maustaste drücken, gedrückt halten und dabei die Skala wunschgemäß verschieben.
- Ist die Anzeige nicht auf „Center“ gestellt, so kann man in ganz ähnlicher Weise die eingestellte Filterkurve über den gesamten gerade im Display zu sehenden Bandabschnitt schieben. Um diesen Bandabschnitt zu wechseln: in den links- bzw. rechtsweisenden Dreieckspfeil unterhalb der Frequenzskala klicken. Das Display verschiebt sich dann um jenen Frequenzbereich, den man zuvor im Feld „CF Step“ eingestellt hatte.

Das alles klingt schwieriger, als es ist. Ich machte das gleich von Anfang an irgendwie intuitiv und musste für diese Beschreibung alles ganz bewusst Schritt für Schritt nochmals nachvollziehen. Eigentlich erstaunlich: in der Praxis benutze ich tatsächlich jede diese Möglichkeiten! Und natürlich die in vielfach ähnlicher Weise, wie sie das kleinere Spektrum-Display unten links anbietet.

Bis zu 400 kHz aufnehmen und später abspielen: der Recorder

Die Perseus-Software bietet einen Recorder, der den kompletten bis zu 400 kHz breiten Bereich auf Festplatte als WAV-Datei speichert. Bei 400 kHz erreicht eine zehninütige Datei den Umfang von etwa 1,8 GByte. Für eine Stunde werden somit etwa 11 GByte fällig. Reduziert man den Bereich („Span“) mit „Sampling Rate“ auf 100 oder 200 kHz, so fällt der Speicherbedarf entsprechend geringer aus. Die Anzeige informiert kontinuierlich über den noch freien Platz auf der Festplatte.

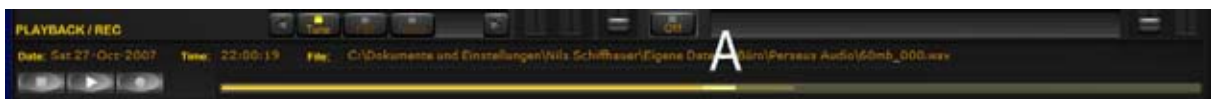
Die Dateien lassen sich wie bei einem Recorder ganz normal wieder abspielen. Und man kann innerhalb des aufgezeichneten Bereiches „wie live“ jede Frequenz anfahren (am besten via Maus und Frequenzskala), Bandbreiten ändern und Demodulatoren oder die AGC einstellen. Dabei werden die entsprechenden Empfangsfrequenzen angezeigt und die jeweilige Uhrzeit beim Empfang wird eingeblendet.

Die Perseus-Software legt z.B. bei 400 kHz „Span“ die Aufzeichnungen in Blöcken zu je zehn Minuten (etwa: 1,8 GByte) ab. Hierfür wird der Dateiname mit einer bis zu dreistelligen Nummer versehen, die von der Software automatisch bei jedem nächsten Abschnitt fortlaufend vergeben wird. Beim Abspielen werden die Dateien dann in gleicher Weise automatisch wieder zusammengeführt.



19-Meterband retrospektiv: Während des Abspielens - unten der Recorder - wurde auf 15.195 kHz gestellt, um WYFR von Ascension zu hören. Und später das ganze nochmal, dann aber zu einer anderen Station gewechselt - so nutzt man gute Bedingungen gleich mehrfach!

Der Recorder hat noch einen prima Trick auf Lager: markiert man in seinem Balken einen bestimmten Bereich mit der Maus (linken Zeiger gedrückt halten), so wird dieser als Endlosschleife abgespielt. Wofür das gut sein soll? Hat man beispielsweise das 60-m-Band in der Zeit von 14:45 Uhr bis 15:15 Uhr UTC aufgenommen und will sich erst einmal einen Überblick über die Stationsansagen um 15:00 Uhr UTC verschaffen, so markiert man 15:00 Uhr UTC (plusminus ein paar zehn Sekunden) und drückt auf Wiedergabe. In dieser Endlosschleife kann man nun von Sender zu Sender gehen und die Stationsansagen innerhalb kürzester Zeit Stück für Stück einsammeln. Bei guten Bedingungen, bei denen man gar nicht wusste, auf welche Frequenz man den klassischen Receiver denn nun einstellen sollte, nimmt man auf diese bequeme Weise einfach das ganze Band mit! Sind die Wunschsender beisammen, kann man die Auswahl ja wieder aufheben und sich nun innerhalb der kompletten halben Stunde auf die Suche nach Programmdetails für einen Empfangsbericht machen.



Der kleine helle und mit A markierte Bereich um 22:00 Uhr UTC herum wird bei dieser Einstellung als Endlosschleife abgespielt. Und gibt die Möglichkeit, beliebig von Station zu Station zu wechseln, um die Ansagen abzufischen.

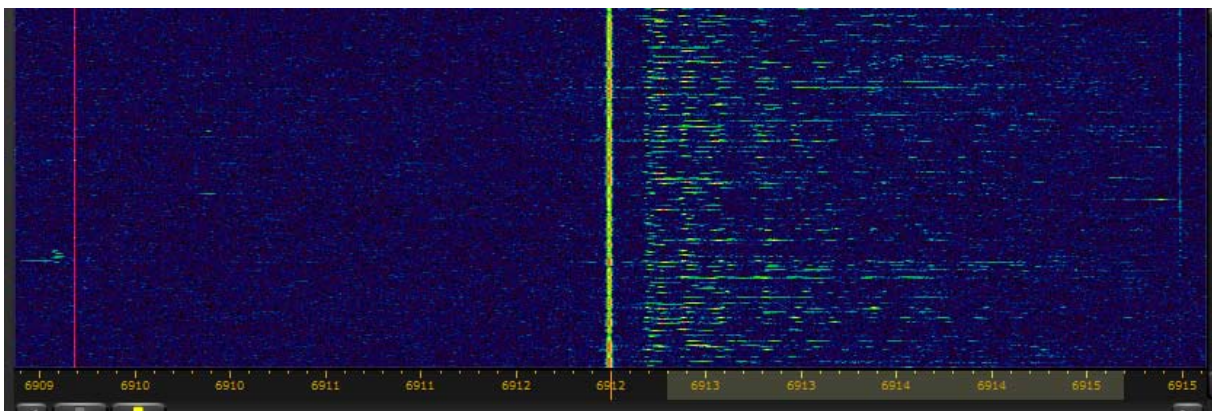
Und hatte man bisher immer nur die demodulierte Niederfrequenz aufzeichnen können, so hat man mit dieser Methode unendliche viele Chancen, das Signal immer wieder neu zu optimieren. Die WAV-Datei ist gewissermaßen das Negativ und was wir daraus machen, der jeweilig interpretierte Abzug.

Zur Speicherung sei zunächst die interne Festplatte des betreffenden PC empfohlen, dann, in zweiter Linie, eine externe Festplatte mindestens der oberen Mittelklasse, möglichst über Firewire und nicht über USB angeschlossen.

AM-Empfang

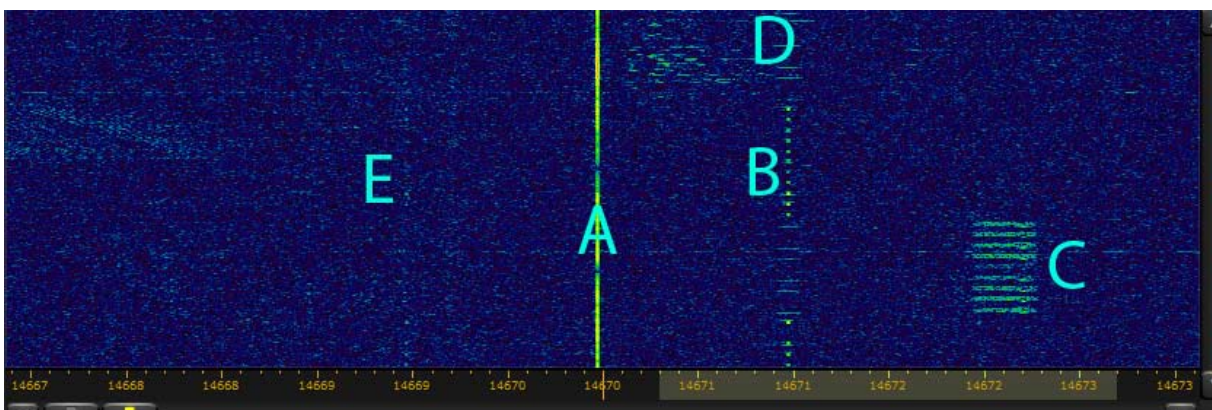
Üblicherweise bietet der AM-Rundfunkempfang keine Schwierigkeiten oder Herausforderungen. Hier jedoch ein paar weitere Erklärungen, Besonderheiten und Tricks.

Fast immer besteht ein AM-Signal aus dem Träger und den beiden Seitenbändern. Solche Signale lassen sich mit einfachen Mitteln demodulieren. Vereinzelt jedoch verzichtet man auf das eine Seitenband. Man strahlt nur einen Träger und ein Seitenband aus. Das spart Strom beim Sender und Bandbreite. Dennoch ist für diese Sendart „AM mit unterdrücktem Seitenband“ kein SSB-Empfänger erforderlich. Diese Betriebsart, auch wenn der Empfang manchmal etwa dumpfer klingen mag, ist sogar für ein Küchenradio kompatibel. Manche Spionagesender machen davon noch Gebrauch (weil ein Küchenradio mit Kurzwellenteil beim Kauf oder einer Hausdurchsuchung weniger auffällt als ein Weltempfänger mit SSB-Teil), aber auch Radio Vatikan auf 4.004,8 kHz.



Ein Spionagesender auf 6.912 kHz sendet Buchstaben in Englisch in AM mit unterdrücktem unteren Seitenband. Bei normalem AM wäre links vom Träger dieselbe Modulation spiegelbildlich zu sehen. Der Empfang erfolgt entweder in USB oder in AM.

Auch der kanadische Zeitzeichensender CHU sendet AM mit unterdrücktem, unteren Seitenband:



CHU sendet ebenfalls in AM (Träger A) im oberen Seitenband: Zeitzeichen (B), Datentelegramm (C) und Sprachansage (D). Nur schwach zeichnen sich auch im unteren Seitenband zumindest die Zeitzeichen ab (E). Komplett unterdrücken lässt es sich nicht. Empfang auf 14.670 kHz.

Jetzt das Filter mit der Maus – auch: asymmetrisch! – so einstellen, dass sich der beste Signal-/Störabstand ergibt und möglichst viel vom kostbaren Nutzsignal im Filter landet. Sogar Einseitendbandsendungen mit reduziertem Träger wie Radio Vatikan auf etwa 4.005 kHz gewinnen dadurch. Die Bandbreite kann dann beinahe beliebig dem Störszenario angepasst werden. „Beinahe“ deshalb: der Träger selbst darf dadurch nicht ausgeblendet werden. Sonst hat der Synchrondetektor ja nichts mehr, auf das er sich synchronisieren kann. Ansonsten jedoch klebt er am Träger der Station, auch wenn diese (leicht) wandert oder der Oszillator des Receivers eine Idee driften sollte.

Nur auf sehr schwache Sender kann der Synchrondetektor nicht einrasten, während er jedoch – einmal synchronisiert – seine Fassung auch bei tiefen Fading-Einbrüchen nicht verliert. Obwohl schon 1980 mit dem ICF-2001D von Sony der erste Kofferempfänger mit Synchrondetektor auf den Markt kam, konnte diese überaus nützliche Funktion keine rechte Karriere machen. Der DXer behilft sich ansonsten mit der manuellen Nachahmung dieser Synchronisation. Jedoch ist es schwierig, selbst bei einer Abstimmung auf 1 Hz genau, wie der Perseus sie bietet, wirklich exakt den Träger zu treffen. Abweichungen ergeben einen Differenzton. Selbst wenn dieser so tief ist, dass man ihn nicht mehr hört, wirkt er sich wegen des dann in diesem Rhythmus unnötig schwankenden Trägers aus. Bei extrem schwachen Stationen muss der DXer allerdings auch beim Perseus zu dieser manuellen Abstimmung greifen. Dieses sogenannte ECSS-Verfahren zieht oft noch solche Rundfunksender aus dem Rauschen, die beim Empfang in AM untergingen.

In seltenen Fällen rastet der Synchrondetektor auf einen Störträger ein. Dann ist dieser entweder aus der Durchlasskurve des Filters zu schieben, oder man muss auch hier auf manuelles ECSS wechseln. Ionosonden beispielsweise sind wiederum zu schnell, als dass der Synchrondetektor sich von ihnen irritieren ließe.

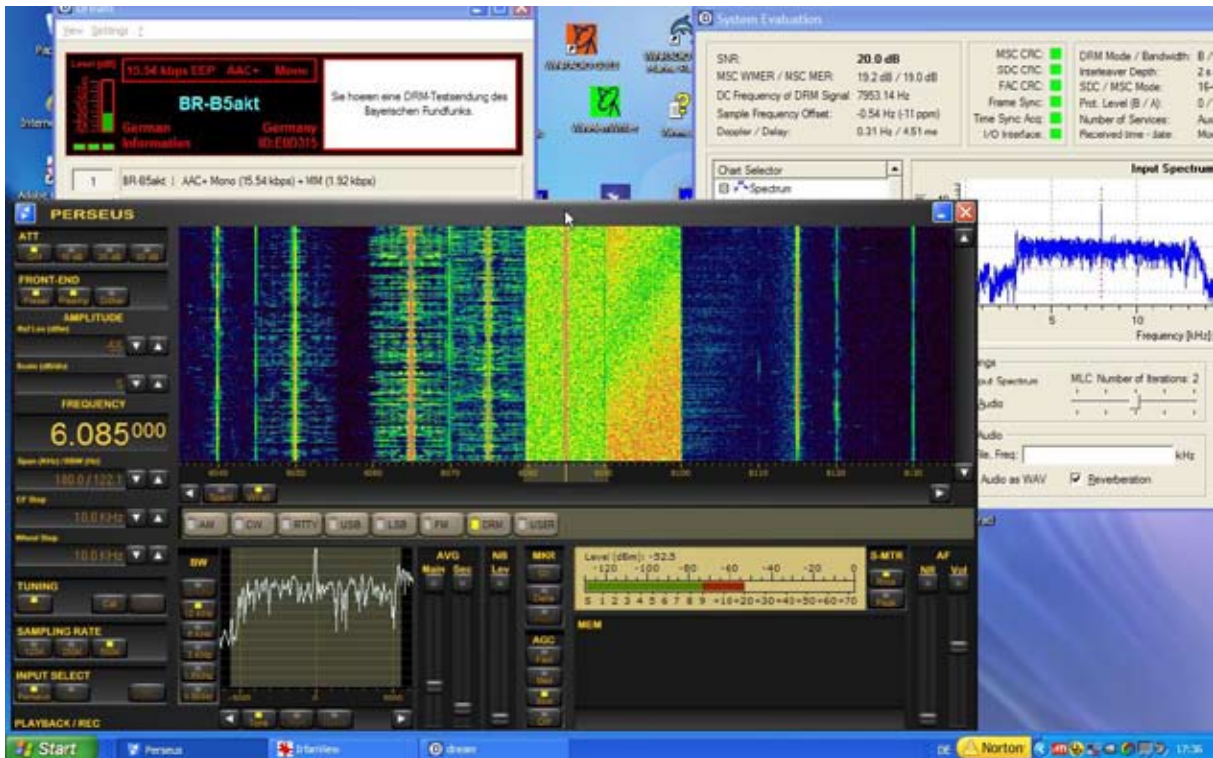
DRM – Rundfunk digital

Auf Kurzwelle gibt es auch digitalen Rundfunk nach dem DRM-System.³² Noch befindet sich DRM als Nachfolger des klassischen AM-Rundfunks im Versuchsstadium. Es gibt praktisch keine Empfänger, Perseus ist einer der derzeit wenigen. Eine DRM-Station belegt einen 10 kHz breiten Kanal komplett und wird mit der Taste „DRM“ der Software aufgerufen. Über eine interne Soundcard-Schnittstelle wird das in SSB demodulierte DRM-Signal dann zum Decodieren zu einer entsprechenden Software weitergegeben.

Kostenlos und hoch komfortabel ist die von Volker Fischer und Alexander Kurpiers entwickelte Software DREAM.³³ Bis zum Herbst 2007 konnte sie komplett die kommerzielle und vom DRM-Konsortium angebotene Lösung „DRM Software Radio“ ersetzen, deren Lizenzschlüssel 50 US-\$ kostet.³⁴ Dann jedoch begann RTE Dublin mit DRM-Aussendungen, die mit einem copyrightgeschützten Vocoder quellcodiert waren. Klingt kompliziert, ist es auch, aber wir brauchen zunächst nur verstehen, dass der Lautsprecher mit der kostenfreien Software bei RTE stummblieb. Es bleibt abzuwarten, ob in Zukunft ein weiterer Sender die ohnehin schon kleine Gemeinde mit diesem Vorgehen dezimieren möchte.

DRM verspricht und hält (oft) eine Übertragungsqualität, die im besten Fall an UKW erinnert und sogar Stereo ermöglicht. Das Protokoll kennt aber auch robustere Übertragungsprotokolle, bei denen der Empfang zwar etwas dumpfer klingt, aber fast völlig frei von Unterbrechungen ist. Radio Kuwait macht Gebrauch davon, während Radio New Zealand trotz seiner hohen Sendequalität dennoch überraschend gut zu hören ist.

DRM klingt sehr nach einer Zukunft, deren Erfolg oder Scheitern von der Marktakzeptanz abhängt und diese wiederum davon, ob preiswerte und gute Receiver verfügbar werden. Derzeit sehe ich hinter DRM mehr Frage- als Ausrufezeichen stehen.



DRM-Empfang geht mit Perseus auf Mausclick, wie hier Bayern Radio 5 Aktuell auf 6.085 kHz. [Dieser Screenshot: Stefan Brockmann]

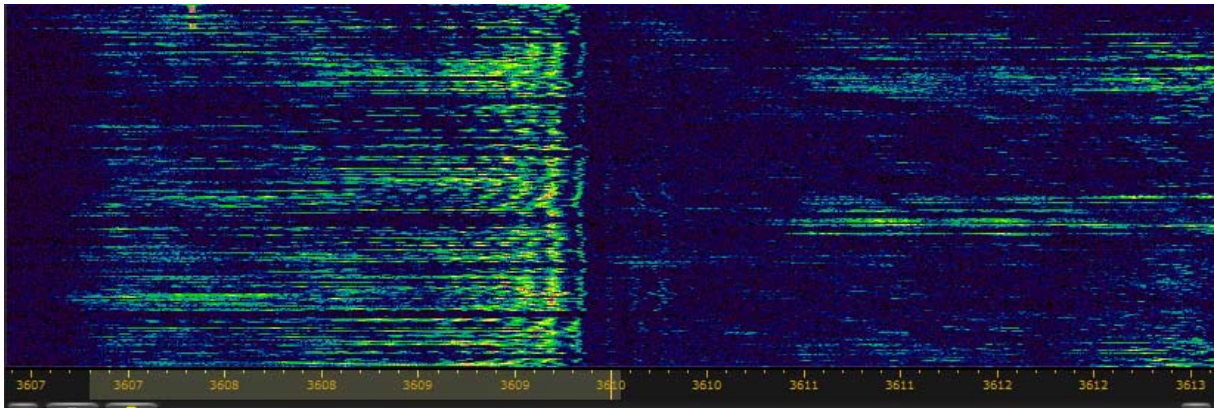
Sprechfunk-Empfang in SSB

Sprechfunk auf Kurzwelle findet heutzutage in SSB statt (single sideband), eine Unterform der Amplitudenmodulation AM. Im Gegensatz zur AM beim Rundfunk wird nur die reine Sprachmodulation ausgestrahlt – Träger und ein Seitenband werden unterdrückt. Die Profis senden fast ausschließlich im oberen Seitenband (upper sideband, USB), die Funkamateure aus historischen Gründen wegen des damals einfacheren Selbstbaus solcher Sender unterhalb von 10 MHz im unteren Seitenband (lower sideband, LSB).

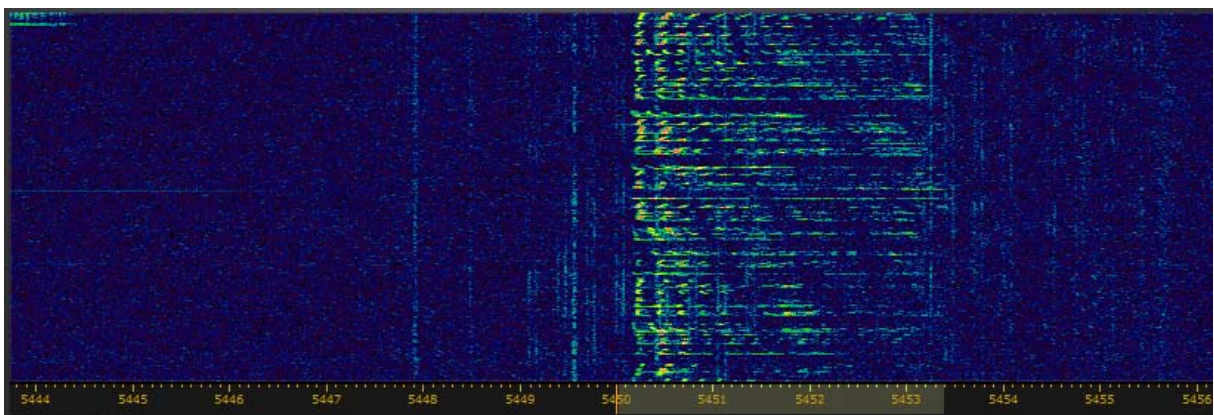
A und O eines guten Empfanges ist die exakte Einstellung des Signals. Es sollte natürlich und nicht nach Mickey Mouse oder eingatmetem Helium klingen. Aber, Obacht: selbst manche professionellen SSB-Sender sind ihrerseits nicht gut abgeglichen, und schon die Sendequalität ist nicht besonders. Das gilt vielfach für die offenbar in nur langen Abständen gewarteten Anlagen des Kurzwellen-Flugfunks, beispielsweise einige Bodensender des afrikanischen Flugfunk-Netzes auf 11.300 kHz.

Neben der richtigen Frequenzeinstellung ist die Bandbreite maßzuschneidern. Ein halbwegs ungestörtes SSB-Signal gewinnt enorm in der Verständlichkeit, wenn man die gesendete Audio-Information in den Höhen und in den Bässen voll ausnutzt.

Die beiden Abbildungen geben typische Beispiele für Sendungen in USB und in LSB:

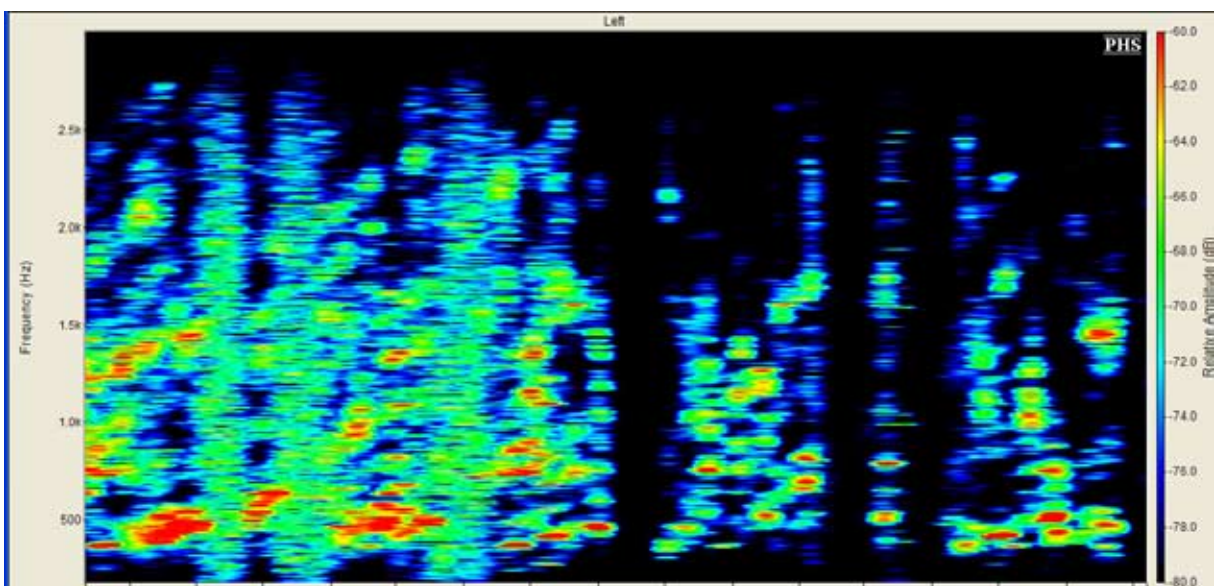


Bei Sendungen im unteren Seitenband (LSB, hier ein Amateurfunksender im 80-m-Band) weisen die sogenannten Sprachformanten in Richtung tieferer Frequenzen, während ...



... sie bei Sendungen im oberen Seitenband (USB, hier West Drayton VOLMET auf 5.450 kHz) in Richtung höherer Frequenzen zeigen.

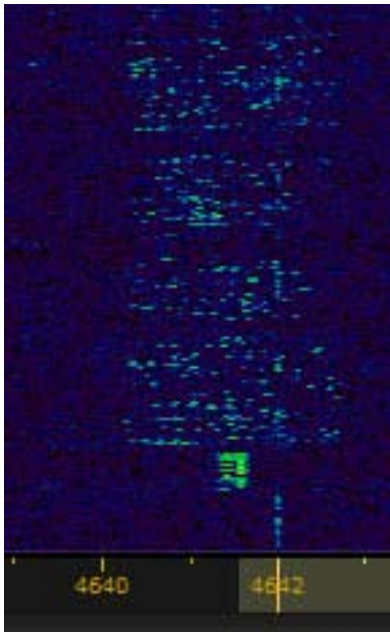
Für SSB-Empfang stärkerer Sender empfiehlt es sich, die AGC auf eine langsamere Regelzeit-Konstante (SLOW oder MED) zu stellen. Anderenfalls rauscht der Empfänger in den Sprechpausen hoch, wie die folgende Abbildung anhand des Flugfunksenders Hannover VOLMET auf 5.405 kHz illustriert:



Die wunderbare Stille zwischen den Sprachpausen bei AGC SLOW ist in der rechten Hälfte dieser zeitlich von links nach rechts laufenden Darstellung zu sehen, während danach auf AGC FAST gewechselt wurde.

Allerdings werden in diesen Pausen, in denen die Verstärkung zurückgeregelt ist, eventuell schwache Stationen dazwischen überhört. Sind also mehrere Stationen mit sehr unterschiedlich einfallenden Pegeln auf einer Frequenz zu hören, so muss man einen Kompromiss finden. Knackser regeln den Empfänger ebenfalls zu, sodass er selbst für starke Signale kurz taub wird. Der Störaustaster schafft hier Abhilfe. Für den Suchempfang immer die AGC SHORT wählen, sonst überhört man eventuell etwas! Wenn es dann doch mal bei Funkamateuren auch in den Sprechpausen erheblich rauscht, so sind das fast immer die Ventilatoren der Leistungsendstufe in dessen Funkbude. Ich habe auf 80 m schon deutsche Funkamateure mit einem Signal von S9+20 dB gehört, das in den Sprechpausen auf lediglich S9+10 dB zurückfiel – deren Sprachprozessor regelt dann hoch und brachte den Lüfterlärm der Kilowattendstufen zu Gehör ...

Manchmal jedoch meint man, ganz sicher Sprache in SSB zu hören. Aber man kann sich partout keinen Reim darauf machen. Dann wird es sich um eine verschleierte Übertragung handeln. Hierbei teilt man das Sprachband in verschiedene Frequenzbereiche auf, die getrennt und nach einem nur dem befugten Empfänger bekannten Verfahren „verwürfelt“ sind. Das hört sich einigermaßen lustig an.



Der Start einer Sendung in digital verwürfelter Sprache beginnt mit einer „Präambel“ (unten), die den befugten Empfänger über die Parameter informiert. Darauf erfolgt die Sprachübertragung in verwürfelten Frequenzbändern mit einem jeweils charakteristischen Muster.

Telegrafie-Empfang (CW)

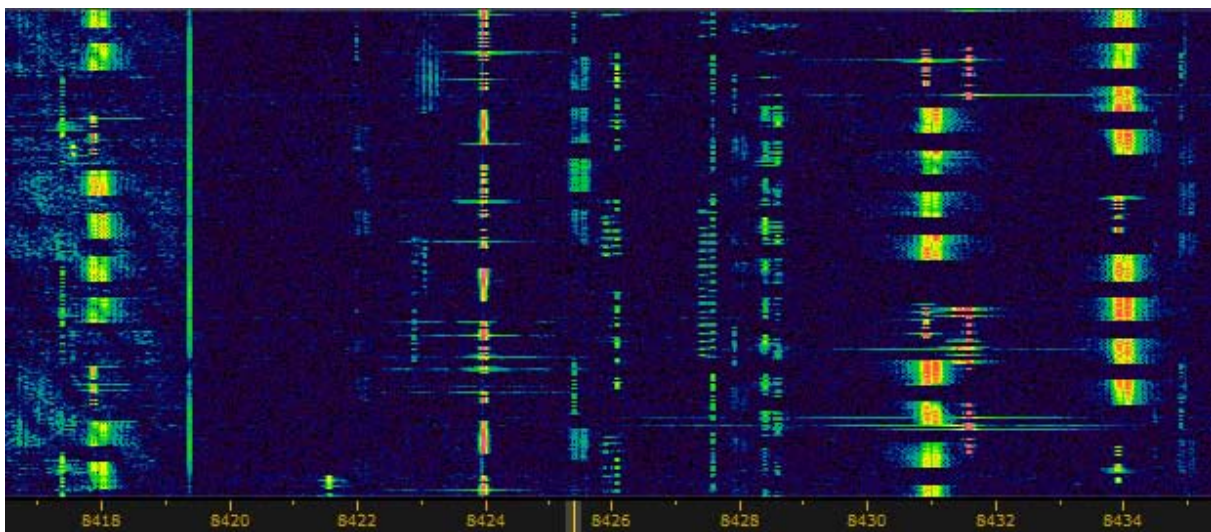
Morsezeichen hören wir vor allem von Funkamateuren, die diese Betriebsart auch als CW (continuous wave) bezeichnen. Diese „Sprache“ besteht aus langen und kurzen Impulsen, den Strichen und den Punkten. Der Kundige hört jedes Zeichen (und sogar Gruppen oder ganze Worte) als eindeutige Melodie, die er im Kopf sofort wieder in das Zeichen umsetzt. Morsezeichen wirklich zu hören, heißt: jedes Zeichen gleich aufgrund seiner charakteristischen Melodie umzusetzen. Darin ist die Ohr-Gehirn-Kombination dann unerreicht, wenn die Signale schwanken, nicht normgerecht gegeben werden oder stark gestört sind. Ansonsten helfen hier Software-Decoder weiter. Wenn alles nicht gilt, hilft auch das einfache Auszählen von Strichen und Punkten, wie sie sich am schnell laufenden Wasserfall-Diagramm abzeichnen.

Ob Ohr oder Software-Decoder – beide mögen ein ungestörtes und stabiles Signal. Hierfür bietet der Perseus flexibel wählbare Bandbreiten mit zugleich optischer Anzeige ihrer Durchlasskurve. Anders als Quarz- oder Mechanische Filter neigen die Software-Filter des Perseus auch bei kleinen Bandbreiten nicht zum „Klingeln“. Impulse verbreitern sich also nicht ungebührlich, was zu einer schlechten Wiedergabe führte.

Während der Software-Decoder am liebsten nur ein einziges Signal „hört“, legt der Experte Wert darauf, auch noch links und rechts etwas Aktivität mitzubekommen. Starke Signale hört man am besten bei langsamer AGC. Dann rauscht der Receiver in den Pausen nicht störend auf. Allerdings wird er in diesem Fall auch unempfindlicher für schwächere Signale.

Noch zur AGC generell: deren Position „OFF“ ist nur für nachfolgende Software-Decoder nutzbar. Der demodulierte NF-Ausgang wird dann einfach anhand eines fest eingestellten Verstärkungsfaktors skaliert und mit nur 16 Bit ausgegeben, wie es externe Decoder verlangen. So ist gesichert, dass dann kein Rauschen hinzukommt und der maximale Dynamikbereich des Decoders erhalten bleibt.

Als Beispiel habe ich einen Bereich aus dem 8-MHz-Schiffsfunkband herausgesucht. Hier fügen vereinzelt Sender ihren blockartigen Anruf-Aufforderungen im Funkferschreibbetrieb (SITOR bzw. PACTOR) noch Morsezeichen hinzu. Und es lassen sich schöne DX-Fänge machen. Eingestellt ist XSG, Shanghai Radio. Wir sehen von links nach rechts im Wasserfall-Diagramm dann weiterhin unter anderem: XSV Tianjin Radio, IAR Rom, NRV Guam und TAH Istanbul.



Noch hat der Seefunk die Morsetaste nicht aus der Hand gelegt: eingestellt auf Shanghai Radio (XSG) spannt sich der Bogen von Tianjin Radio (XSV) links bis zu den beiden starken Signalen von Istanbul Radio (TAH) rechts.

Über 40 MHz hinaus – Perseus als „Nachsetzer“

Der Frequenzbereich des Perseus geht bis 40 MHz. Diese obere Grenze setzt der verwendete Analog-Digital-Wandler. In Zukunft wird man mit noch schnelleren Chips sicherlich auch preiswert (!) höhere Frequenzen empfangen. Noch jedoch ist man hierfür auf die Hilfe eines weiteren Receivers angewiesen. Dennoch kann sich Perseus auch hier sehr nützlich machen. Hierzu schließt man ihn an den Zwischenfrequenz-Ausgang des Receivers (bei mir: Icom IC-R8500) an und analysiert diesen Bereich mit dem Perseus. Der wird dann als so genannter

„Nachsetzer“ betrieben und ist hierfür natürlich auf die Zwischenfrequenz des vorgeschalteten Receivers (IC-R8500: 10,7 MHz) einzustellen. Innerhalb der Bandbreite dieser Zwischenfrequenz sowie der Darstellbandbreite von Perseus kann man dann sogar mit der Perseus-Software auf die Stationen klicken und sie hören. Das ist recht praktisch in Bändern, in denen die Kanäle nur sporadisch belegt sind – wie beispielsweise beim Flugfunk.

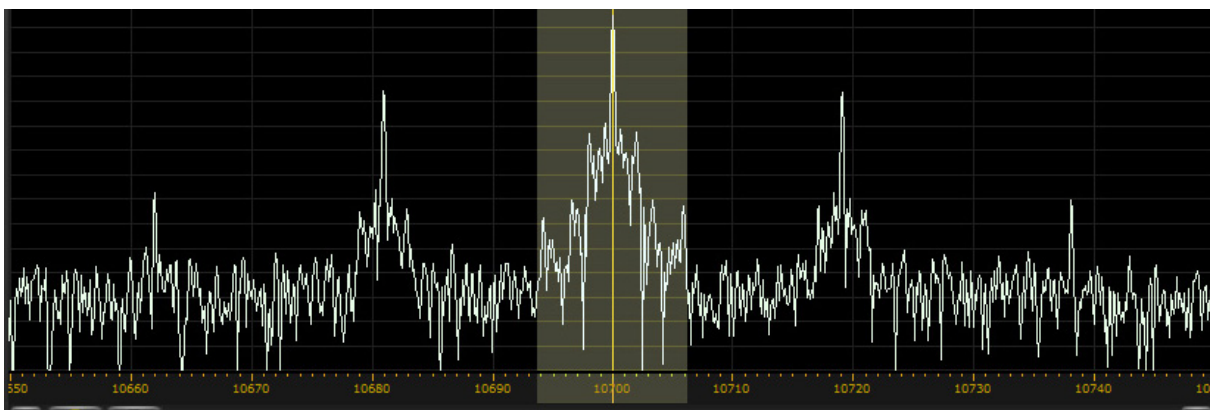
Einige Beispiele mögen weitere Versuche anregen; die Screenshots entstanden mit dem IC-R8500 an einer breitbandigen Discone-Antenne in rund 10 m Höhe bei freier Rundumsicht.

Für großräumige Betrachtungen ist die Perseus-Software „HF-Span“ am besten geeignet:



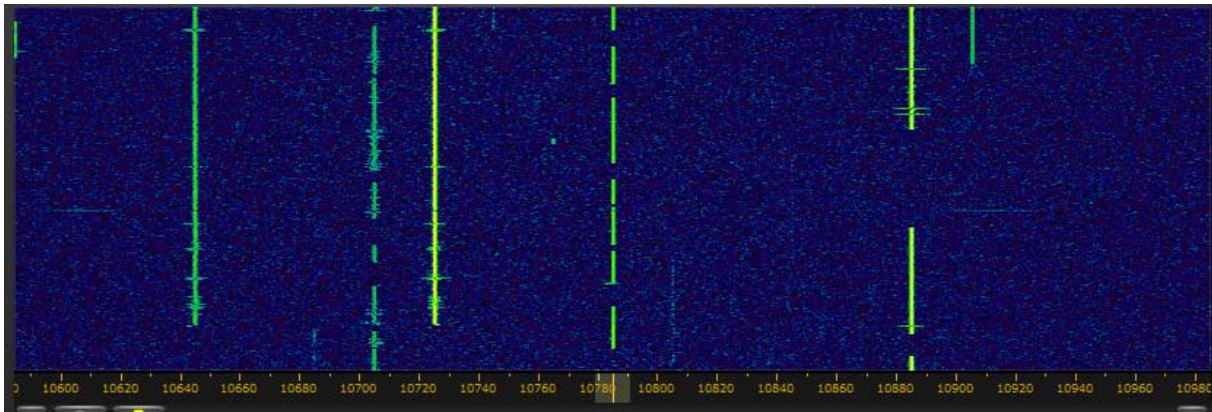
Das UKW-Rundfunkband mit HF-Span: Mittenfrequenz ist 98 MHz (hier: 10,7 MHz), als Darstellbandbreite in „HF-Span“ wurde 20 MHz gewählt. Der Bereich erfasst also mit 88 MHz bis 108 MHz das komplette UKW-Rundfunkband.

Für eine detailliertere Darstellung wiederum ist die normale Perseus-Software vorzuziehen. Das erlaubt auch im UKW-Bereich tiefere Einblicke:



Deutschlandradio Kultur auf 99,5 MHz in einer Sprachpause: in der Mitte der Träger, in dessen Frequenzmodulation sonst die beiden Träger im Abstand von ± 19 kHz untergingen. Sie transportieren den Pilotton.

Das Wasserfall-Diagramm wiederum eignet sich vorzüglich auch dazu, Aktivitätsmuster von nur kurzzeitig tätigen Sendern darzustellen:



Ein Blick ins 4-m-Band der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) fördert sieben aktive Frequenzen mit unterschiedlicher Stärke, Stabilität und Modulationsqualität zutage. Zwei davon (im linken Drittel) werden parallel auf unterschiedlichen Frequenzen und von unterschiedlichen Standorten aus betrieben.

Winrad – die etwas andere Software zur Steuerung und Analyse

Es scheint einen italienischen Exzellenz-Cluster in Sachen Digitaler Signalverarbeitung (DSP) und Software-defined Radios zu geben. Und das schönste: Sie alle tauschen die Ergebnisse untereinander aus.

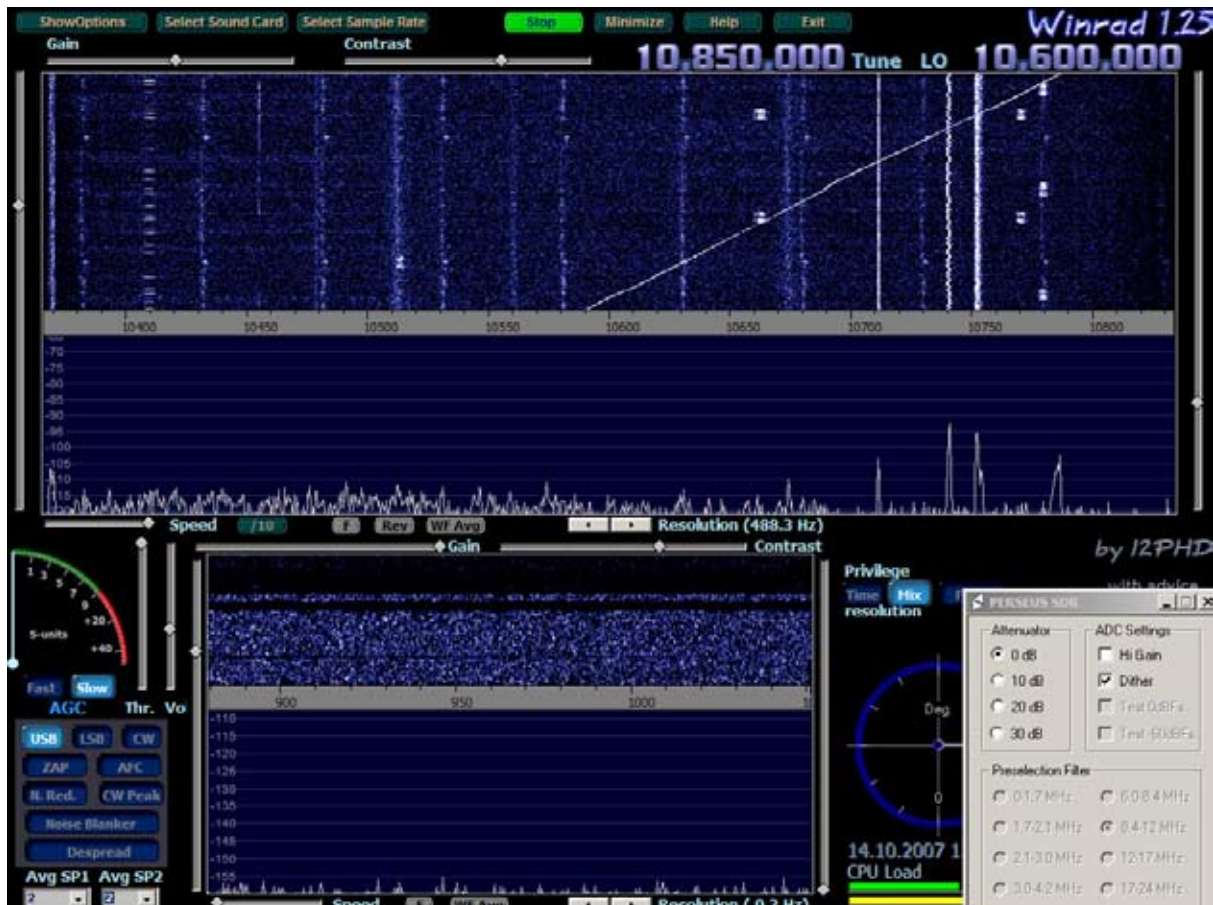
Einer der DSP-Pioniere ist Alberto di Bene, I2PHD. Er kümmerte sich vor allem um Frequenzanalyse und Kommunikation mit kleinsten Signalen in schwierigstem Umfeld. Ein Ergebnis seiner Entwicklungen ist die Software „Winrad“³⁵. Der Perseus wird mit einer DLL ausgeliefert, dank derer sich mit Winrad dieser Receiver bedienen lässt. Winrad ist in der Frequenzwahl nicht sehr komfortabel, und ihr fehlen auch manche „Betriebsarten“. Aber diese zudem kostenlose Software ist in der Analyse auf Zeit- und Frequenzebene schwer zu schlagen. So bietet sie beispielsweise eine Frequenzauflösung von bis zu 0,2 Hz, was schon für den Nachweis von Dopplereffekten an Kurzwellensignalen ausreicht.

Sie glänzt mit präzise und in weiten Bereichen wählbaren Einstellungen für Verstärkung, Kontrast sowie Zeit- und Frequenzauflösung. Zudem bietet auch sie die Speicherung des gesamten 400 kHz breiten Perseus-Bereiches, der dann wieder abzuspielen ist.

Die Frequenzwahl des jeweiligen 500-kHz-Abschnittes erfolgt mit den oben rechts hinter „LO“ stehenden Ziffern, während die Feinabstimmung innerhalb dieses Bereich mit den Ziffern hinter der Anzeige „Tune“ vorzunehmen ist.

Untenstehender Screenshot zeigt einen Blick ins Cockpit: Im 500 kHz breiten Bereich oben findet sich eine Ionosonde, umgeben von einem Frequenzsprungsender. Unter dieser Wasserfall-Darstellung ist derselbe Bereich gleichzeitig (!) als Spektrum zu sehen. Die kleineren Fenster darunter weisen dieselbe Kombination Wasserfall/Spektrum auf, der sich jedoch auf einen wesentlich schmaleren und einstellbaren Frequenzausschnitt bezieht. Rechts eingeblendet ist das (rudimentäre) Bedienfeld für den Perseus mit der Taste „REC[ord]“ zur Aufnahme des gesamten Bereiches – eine Sekunde verlangt knapp zwei Megabyte. Das sind etwa 1,2 Gbyte in zehn Minute statt der 1,8 Gbyte bei der Aufzeichnung mit der Recorderfunktion, wie sie im Perseus integriert ist. Diese Datenreduktion liegt offenbar daran, dass Perseus mit 24 Bit Auflösung aufnimmt, Winrad jedoch mit nur 16 Bit.

Wer gerne solche Dateien bei sich führt, um beispielsweise am Laptop während einer Zugfahrt die letzte Südamerika-Nacht im 60-m-Band „wie live“ nachzuerleben, der sollte sich zudem nach einem robusten und schnellen USB-Stick mit einigermaßen hohem Fassungsvermögen umsehen. Ich habe hier eine besondere Zuneigung zu solchen mit U3 gefasst, die zudem automatisch Dateien synchronisieren. Mein Liebling ist der Cruzer Titanium mit 4 GB³⁶. Wer mehr als nur eine knappe Stunde speichern möchte, greife zum spürbar massigeren Cruzer Contour³⁷, den es bis 8 GB gibt – was sich vom Schreiben des Textes bis zum Lesen sicherlich schon wieder verändert haben mag. Wie auch jene Tatsache, dass zumindest bis zur Software-Version „Beta 0.2“ WAV-Files nur dann an einem PC abspielbar waren, wenn an ihm gleichzeitig auch ein Perseus angeschlossen war. Was sich ändern sollte.



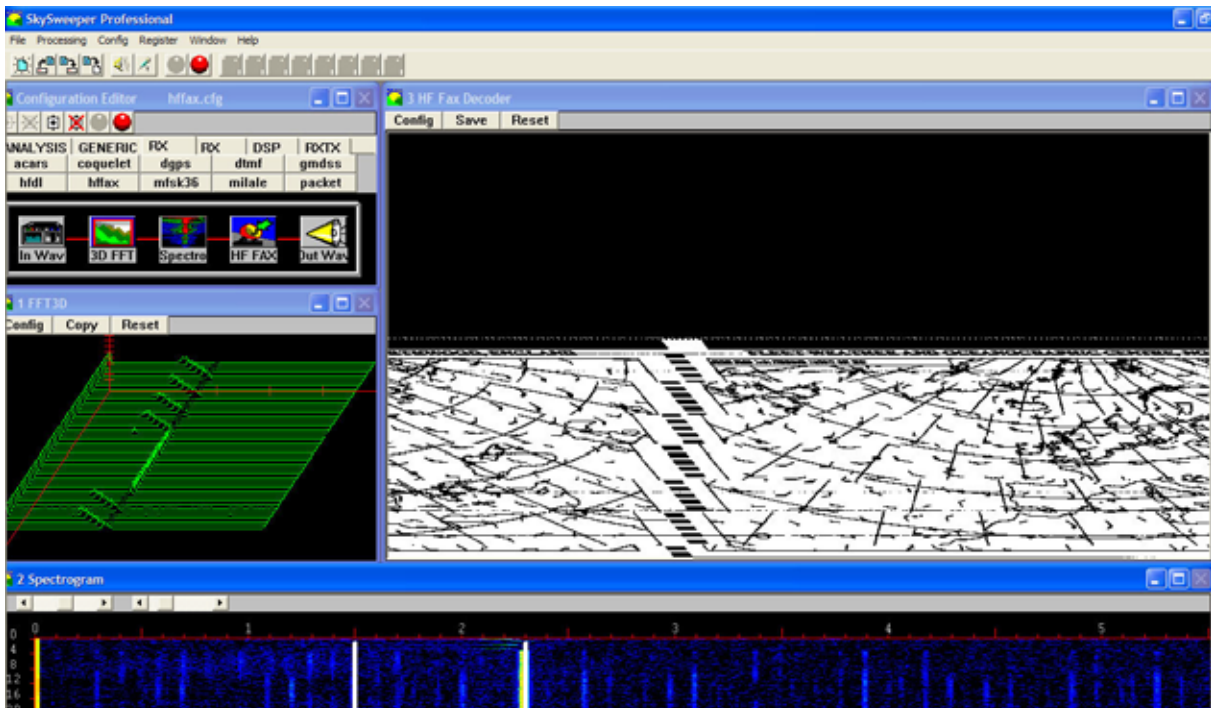
Die Software „Winrad“ wäre viele Seiten wert. Hier muss der Hinweis genügen: Sie ist ein exzellentes Analyse-Werkzeug mit wahlweise hoher Zeit- oder Frequenzauflösung sowie vielen Anpassmöglichkeiten hinsichtlich Farbpaletten, Pegeln, Kontrast und Glättung (Averaging – AVG).

Perseus und Software-Decoder

Die Kurzwelle bevölkern zunehmend digitale Betriebsarten. Viele von ihnen lassen sich mit Software-Decodern mitlesen. Die Software übergibt dabei das demodulierte Niederfrequenzsignal intern an das Decoder-Programm.³⁸

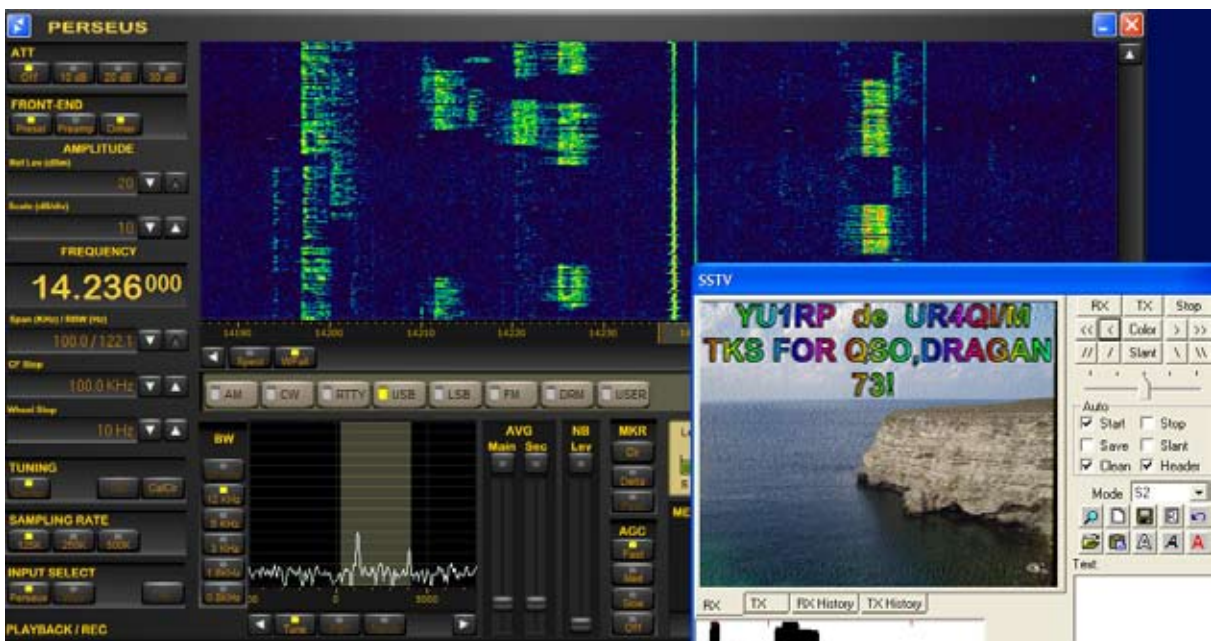
Für gute Mitschrift ist die Bandbreite eher etwas großzügiger, als zu knapp einzustellen. Die hochwertigen Software-Filter im Perseus bieten dann die besten Ergebnisse. Ein ebenso preiswerter wie vielfältiger Decoder ist SkySweeper³⁹ in seinen verschiedenen Versionen. Ich setze die Professional-Version ein, die die meisten Betriebsarten bietet. Geplant ist, Perseus

und Decoder-Software in Zukunft aus einer zentralen Datenbank zu steuern. Das wird das Vergnügen an der Kurzwelle nochmals steigern!



Ein Beispiel für einen externen Software-Decoder ist SkySweeper – hier beim FAX-Empfang von Northwood mit dem Perseus. Die Karte ist nach Empfang und Speicherung noch richtig auszurichten.

Funkamateure, aber auch auf den Amateurfunk spezialisierte Kurzwellenhörer nutzen gerne die Software MixW2,⁴⁰ die über zahlreiche Automatikfunktionen und sogar eine Rufzeichenabfrage im Internet verfügt. Wenigstens dieses alles plus die Decoder gehen auch mit dem Perseus. Eine DLL, die zudem die Frequenzabstimmung integriert, ist vorstellbar.



20-m-Amateurfunkband: eingestellt ist der Bereich um die SSTV-Anruffrequenz 14.230 kHz. Und sogleich empfangen wir ein Bild von UR4QVM aus der Ukraine im QSO mit YU1RP, das MixW2 umstandslos decodiert und anzeigt.

Weitere Informationen zum Kurzwellenempfang

Wer den Perseus ausgepackt hat und gleich loslegen will, der kann auf manche kostenlose Internetquelle zurückgreifen:

- Die Perseus-Software „Beta 0.2“ wird mit bereits integrierter HFCC-Liste geliefert. Hinter der HFCC – High Frequency Co-ordination Conference – stehen internationale Rundfunksender, die zweimal jährlich eine gewissermaßen „offizielle“ Liste herausbringen.⁴¹
- Eike Bierwirth stellt regelmäßig eine bemerkenswerte und aktuelle Frequenzliste („EiBi-Liste“) von Rundfunksendern zusammen, die nach Zeiten oder Frequenzen geordnet sind.⁴²
- Eine weitere sehr umfangreiche Liste bietet der japanische Kurzwellenhörer Aoki im Textformat an.⁴³
- Einige Monitoring-Stationen der Internationalen Fernmeldeunion ITU stellen vierteljährlichen Beobachtungen als „International Monitoring“ ins Netz. Die Identifizierung der Sender findet offenbar (auch) automatisch statt, und sie konzentrieren sich auf die internationalen Rundfunkbänder, enthält aber auch viele sogenannte Utility-Sender.⁴⁴
- Für DRM, den digitalen Kurzwellenrundfunk, hält das DRM-Konsortium eine jeweils aktualisierte Liste von Sendeplänen vor.⁴⁵
- Marius Rensen hat eine gut gestaltete Seite mit Sendeplänen von FAX-Sendern ins Netz gestellt.⁴⁶

Die Speicherverwaltung der mitgelieferten Software ist im Prinzip so gestaltet, dass eine Reihe von Listen importiert werden können. Damit kann man einerseits per Mausklick gezielt auf die betreffende Frequenz/Station schalten, andererseits wird beim Suchempfang immer genau der entsprechende Datenbankschnitt eingeblendet!

In der Software-Version „Beta 0.2“ ist zunächst nur die HFCC-Liste integriert. Bei einer Abstimmung im Bereich von ±500 Hz von der Nominalfrequenz zeigt sie im rechten Kasten MEM dann jene Stationen, die zu dieser Zeit und auf dieser Frequenz aktiv sind. Die Uhrzeit orientiert sich an der Weltzeit UTC, sodass der PC am besten ebenfalls auf UTC gestellt wird.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
G	BALDOCK	4338.00	27	07	1043			FUE (BREST)	F	FX	1K10E	F1B	1	E	37	44	N	0	171	A	22	50 BD
BEL	CCRM	4347.00	04	07	0821			No C/S given (SAB)	S	FC	800H-	F1D									9	GlobeWireless
G	BALDOCK	4347.00	27	07	1051			SAB (GOETEBORG)	S	FC	304HE	F1B	18	E	58	59	N	21	47	B		100/200 BD FSK/PSK
BEL	CCRM	4356.50	04	07	0823			DRME	D	MS	3K00-	J3E									3	Spx
BEL	CCRM	4356.50	04	07	0823			DHJ58 Glucksburg	D	FC	3K00-	J3E									3	Spx
BEL	CCRM	4356.50	04	07	0823			DHJ58 Glucksburg	D	FC	3K00-	J1B									13	
BEL	CCRM	4358.50	04	07	0822			No C/S		FC	330HE	F1B									9	GlobalLinkNtwk
G	BALDOCK	4358.50	27	07	1045			*	NOR	FC	340HE	F1B	6	E	38	58	N	2	10	C		100 BD
G	BALDOCK	4370.00	27	07	1055			SPANISH FISHERMEN	E	MS	2K80E	J3E	9	W	52	44	N	33	225	A		
G	BALDOCK	4370.00	29	07	1310			*	F	MS	2K80E	J3E									240	A
BEL	CCRM	4380.00	04	07	0832			No C/S		FC	5K00E	J3E									3	in russian
BEL	CCRM	4402.00	04	07	0916			Unidentified			3K00E	J2D									9	
G	BALDOCK	4403.40	27	07	1100			*	E	FX	3K00E	G7D									190	A
BEL	CCRM	4415.00	04	07	0918			Unidentified	E		3K00-	J3E									9	2400 BD STANAG 4285
BEL	CCRM	4415.90	04	07	0919			Unidentified	F		3K00-	J3E									11	in spanish in french
G	BALDOCK	4437.00	27	07	1112			SPANISH FISHERMEN	E	MS	2K80E	J3E									191	A
G	BALDOCK	4544.00	27	07	1117			*	DNK	FX	3K00E	J7D									57	B
G	BALDOCK	4565.00	27	07	1120			*	DNK	FC	3K00E	G7D	10	E	19	57	N	38	43	A		75 BD LINK 11
G	BALDOCK	4578.00	27	07	1121			*	I	FX	3K00E	G7D	13	E	57	41	N	6	131	A		2400 BD STANAG 4285
G	BALDOCK	4583.00	27	07	1126			DDK2 (HAMBURG)	D	FC	600HE	F1B	2	E	41	52	N	41	69	A		50 BD ITA2 METEO
G	BALDOCK	4644.80	27	07	1133			*	F	FX	3K00E	G7D	2	E	9	43	N	23	169	A		2400 BD STANAG 4285
BEL	C.C.R.M.	4669.87	16	07	0805			UNID			800HE	F1B									9	
BEL	C.C.R.M.	4675.00	16	07	0903			Shanwick	IRL	FA	2K70E	J3E										
BEL	C.C.R.M.	4675.00	23	07	0712			Shanwick	IRL	FA	2K70E	J3E										
G	BALDOCK	4675.00	27	07	1332			SHANWICK	IRL	FD	2K80E	J3E									280	B
BEL	C.C.R.M.	4675.00	23	07	0726			Shanwick	IRL	FA	2K00E	H2B										
BEL	C.C.R.M.	4686.00	16	07	0750			UNID			3K30E	G7D									9	
BEL	C.C.R.M.	4712.50	16	07	0751			UNID			400HE	F1B									9	
BEL	C.C.R.M.	4713.50	16	07	0751			UNID			400HE	F1B									9	
G	BALDOCK	4713.50	27	07	1326			*	SUI	FX	340HE	F1B									127	B
BEL	C.C.R.M.	4731.90	16	07	0752			UNID			1K20E	F1B									9	100 BD
BEL	C.C.R.M.	4741.75	16	07	1000			Taskcom	G		2K70E	J3E										

Die Liste der ITU-Monitoring-Stationen enthält aktuelle Beobachtungen nicht nur von Rundfunksendern.

Mit diesen kostenlosen Internet-Quellen kann man schon manche Wochenenden überbrücken. Irgendwann aber möchte man es genauer wissen, oder ganz einfach: mehr hören. Auch hierzu Empfehlungen:

- Sender und Frequenzen ist das einzige deutschsprachige Jahrbuch zum internationalen Kurzwellenrundfunk und eine Referenzquelle ersten Ranges für weit mehr, als der Titel verheißt.⁴⁷
- Das World Radio TV Handbook erscheint für 2008 im 62. Jahrgang und ist die weltweit genutzte Quelle für Rundfunksender von Langwelle bis UKW.⁴⁸
- Der Danish Shortwave Club International DSWCI hat sich seit 1956 vor allem um den DX-Rundfunkempfang verdient gemacht. Seine regelmäßig aktualisierten Bestandsaufnahmen von Lokal- und Regionalsendern auf Kurzwelle „Domestic Broadcasting Survey DSB“ bilden von jeher eine absolut unverzichtbare Quelle für jeden ernsthaften Rundfunk-DXer.⁴⁹ Eine Aktualisierung der Tropenbänder wird mit dem „Tropical Band Monitoring TBM“ geboten – alles ist geradezu lächerlich preiswert.
- Seit mindestens 1969 (aber: warum sieht er dann immer noch so jugendlich aus?) betreibt Jörg Klingenfuß professionelles Monitoring sogenannter Utility-Stationen. Sein „Guide to Utility Stations“ ist ein Muss für jeden, der außerhalb der Rundfunkbänder hören möchte.⁵⁰
- Michael Marten widmet sich in seiner „Spezial-Frequenzliste“ ebenfalls dem Utility-Thema auf mindestens demselben hohen Niveau. Der Band 2 enthält die begehrte Frequenzliste, Band 1 ist eine Einführung in dieses Thema.⁵¹

B	3930	10	KOR	KBS-1, Hwasong	0300-0100 Korean, ID: "Che-il Radio" (= Radio One)	DEC06
A	3935	1	NZL	ZLXA, R Reading Sce., Levin	Relays NZL National R 24 h exc. for own px: 2000(Su 0130)- 1000 (Sa-0500, Su -0900) E // 1602 MW	FEB07
B	3945	50	IND	AIR Gorakhpur, Uttar Pradesh	0228-0300 E/Hindi // 6030 7235 11830 15135, E nx 0245. Also FS: 1430-1735 Urdu // 4860 6045, 0130-0227 1330-1427 Nepali	JAN07
A	3945	500	IRN	VOIRI, Zahedan	FS: Nov-Mar: 0130-0227 Urdu // 6010 6190, 1430-1530 Pashto, 1530-1727 Urdu, ID: "Yeh Tehran"	MAR07
D	3945	500	IRN	VOIRI, Kamalabad	FS: Nov-Mar: 0330-0427 Surani Kurdish // 6145, ex 7255	PPPPP
C	3945	10	J	Nikkei R Broadcasting Corp., Nagara, Chiba, Tokyo	HS 2: 2300-0730 (Sa-0930, Su-0900) Japanese // 6115 9760, ck 3925(ID)	SEP06
D	3945	4	VUT	R Vanuatu, Emten Lagoon	1900-2130v 0530v-1130v(Sa -1145, Su 1000) Bislama/E/F. Yellow Bird IS, ck 7260	SEP06
A	3950	100	CHN	Xinjiang PBS, Urumqi, Xinjiang	2330-0300 1200-1800 C, ID: "Xinjiang renmin kwangpo dientai", E ID: "China Xinjiang People's Radio Station" // 5060 5960 7310; (=7155)	APR07
A	3955	100	D	WYFR Family R, via Jülich	FS: 1800-1900 G, Apr-Oct: 1900-2000 E	APR07
A	3955	100	D	HCJB, Ecuador, via Jülich	FS: Nov-Mar: 1600-1630 Low G, 1630-1700 G	MAR07
A	3955	250	G	WYFR Family R, via Skelton	FS: 0500-0600 G, 1700-1800 E. Broker: VTC	APR07
A	3955	250	G	R Taiwan Int., via Skelton	FS: Nov-Mar 1900-2000 G. Broker: VTC	MAR07
A	3955	250	G	R Korea Int., via Skelton	FS: 2000-2100 G, 2100-2230 E. Broker: VTC	APR07
B	3955	50	RUS	Buryatskaya GTRK, Selenginsk	2158-1800v Local px in Ru/Buryat, exc. R Rossii Dubl 3:	
				Ulan Ude, Respublika Buryatiya	2200-2210 2300-2310 1400-1500 Ru. Poor modulation, ex 4795	FEB07
R	3050.7	-	KRF	KCRS Kanggye	2000-1800 Korean // 2850 6100 0665 A 3058.8 - 3062	DEC06

Mit dem Domestic Broadcasting Survey des DSWCI, hier ein Ausschnitt der Regional- und Lokalsender im 75-Meterband, ist der DXer immer auf dem neuesten Stand.

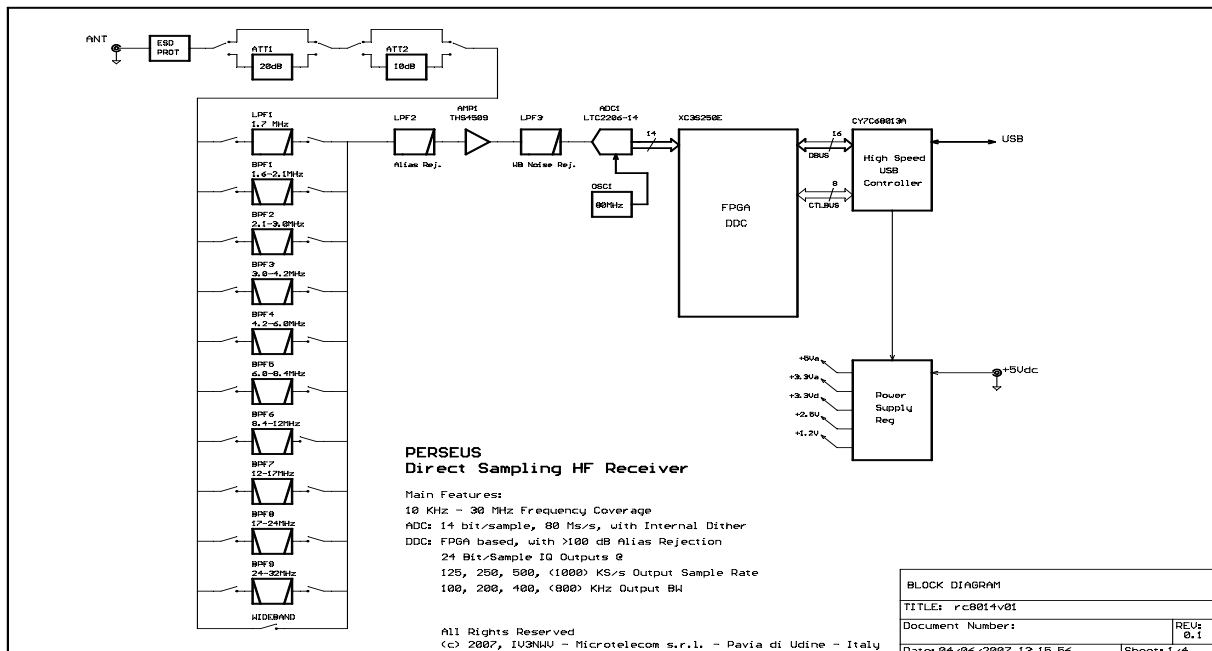
Oben lernten wir schon mit dem DSWCI einen Verein kennen, in dem sich Hörer (hier: aus aller Welt) zusammengeschlossen haben. Empfohlen sei in dieser Hinsicht noch die wirklich lesenswerte und monatlich erscheinende Fachzeitschrift „Radio-Kurier – weltweit hören“, die gemeinsam von ADDX e.V. und AGDX e.V. herausgegeben wird. Sie berichtet engagiert, professionell und aktuell über alles Wissenswerte aus der „Szene“ und stellt auch persönliche Kontakte von Hörern vor Ort her.⁵²

Eine von Nico selbst moderierte Yahoo!-Mailing-List hat sich inzwischen als internationale Informations- und Diskussionsplattform etabliert:

http://groups.yahoo.com/group/perseus_SDR/

Mit der „A-DX-Liste“ hat der österreichische Kurzwellenhörer und Funkamateurl Christoph Ratzler, OE2CRM, das größte deutschsprachige Forum der DX-Szene geschaffen, in dem über aktuelle Empfänge und Sendepäne berichtet wird, Zweifelsfälle des Empfangs kollegial geklärt und Themen wie DRM mit deutlichen Standpunkten debattiert werden. Die Anmeldung erfolgt über Christophs Website, die zudem eine Plattform für gehobene Receiver und ihre kenntnisreiche Beurteilung – einschließlich vieler Audio-Beispiele zum direkten Vergleich – ist.

<http://www.ratzler.at>



Perseus – woher kommt dieser Name?

Jedes Kind braucht einen Namen. Perseus wurde dieses Software-defined radio nach einer nicht zuletzt humorvoll-ausgelassenen Diskussion in einer italienischen Newsgroup benannt. Die Buchstaben stehen im Italienischen für: Piccolo Eccellente Ricevitore per Segnali Elaborati Universalmente dal Software; übersetzt etwa „kleiner, ausgezeichneter Empfänger mit universeller software-gestützter Signalverarbeitung“.

Als englischsprachige Entsprechung fand Nico: „Pretty Excellent Receiver for Software-Eager Unperceivable Signals“, was man übersetzen könnte mit: Ganz schön leistungsstarker Empfänger für anders als durch darauf begierige Software nicht wahrnehmbare Signale. Naja. Aber inhaltlich ist das schon ein Versprechen, das Perseus in geradezu göttlicher Performance einlöst.

Apropos göttlich. Denn Perseus ist vor allem ein griechischer Halbgott, Sohn von Gottvater Zeus, der sich Danae als Goldregen in einem Turm näherte. Perseus tötete die Sterbliche der Medusen⁵³ und erhielt dadurch die Zauberkraft eines Blickes, der versteinert. Außerdem machte ihn eine Tarnkappe unsichtbar. Er gründete das sagenhafte Mykene im Nordosten des Peloponnes (Griechenland), gründete die Dynastie der Persiden und wurde zum Stammvater der Perser.



Bekannt ist Perseus auch als Sternbild mit Mirfak als hellster Sonne. Aus dieser Richtung stammt in jeder ersten Augusthälfte der großartige Meteoritenschwarm der Persiden, auch Laurentius-Tränen genannt; der Heilige hat am 10. August seinen Namenstag. Es handelt sich um Bruchstücke des Kometen Swift-Tuttle. Tauchen diese in die Erdatmosphäre ein, verglühen sie in rund 80 Kilometer Höhe, ionisieren die Luft und sind als „Sternschnuppen“ zu sehen. Funkamateure nutzen diese ionisierten Luftkanäle, an denen Funkwellen reflektiert werden, wie ein weitblickendes Relais für Kontakte innerhalb Europas auf Frequenzen von oberhalb 30 MHz – damit bekommt auch unser Perseus wieder die Kurve zur Funktechnik ...

P.S. Wie man „Perseus“ denn nun ausspricht, belebt selbst die müdeste Diskussion. Die neueste Brockhaus Enzyklopädie schreibt „Perseus“ vor; Betonung auf dem „eu“, das wie in „Europa“ zu sprechen sei. Der neueste „Duden“ aus demselben Verlag hingegen setzt die Betonung auf dem ersten „e“, während auch hier das „eu“ zusammengezogen bleibt. Das über 6.000 Seiten dicke „Lexikon der Antike“ [Leipzig, 1971] wiederum unterscheidet nach Griechisch (Per-se-us) und Latein (wie Duden).

Somit: „Do wat du wullt / de Lüüd snackt doch.“

Nico Palermo: Der Kopf hinter dem „Perseus“

Jedes Software-defined radio (SDR) ist ein internationaler Teamerfolg, seit Joe Mitola III 1991 diesen Begriff nicht nur prägte, sondern auch die Grundideen hierzu entwickelte.⁵⁴ Doch einem preiswerten SDR zudem überragende Hochfrequenzeigenschaften eingehaucht zu habe, das ist der Erfolg von Nico Palermo, Funkamateurliebling seit 1978 unter seinem Rufzeichen IV3NWV (Foto: Stefan Brockmann).

Die Leidenschaft für Funktechnik wurde ihm offenbar in die Wiege gelegt, denn Nico, Jahrgang 1961, stammt aus Udine, der Nordostecke Italiens. Wie der Gottvater aller Sender und Empfänger, Guglielmo Marconi (1874 – 1937). Sein Amateurfunkhobby brachte Nico auf das Studium der Elektronik. Mit einer „summa cum laude“ ausgezeichneten Arbeit über „C-Band-Endstufen für 64-QAM-Digital-Sender“ schloss er 1987 sein Ingenieurstudium an der Universität Triest höchst erfolgreich ab.



Danach entwickelte er bei Siemens/Mailand Baugruppen und Schaltkreise für Mikrowellen-Frequenzbereiche. Zwischen 1992 und 1997 arbeitete Nico dann freiberuflich als beratender Hochfrequenz-Ingenieur für einige italienische Elektronik-Unternehmen.

Marktüberblick, Kompetenz und Erfolg gaben ihm 1998 den Mut, mit seiner Microtelecom s.r.l. ein kleines Unternehmen zu gründen.⁵⁵ Nico: „Wir haben uns auf Entwicklung und Fertigung von Drahtlos-Geräten nach kundenspezifischen Vorgaben spezialisiert.“

Hobby und Beruf blieben auch als Firmeninhaber für Nico eins. Er setzte seine im Jahr zuvor begonnenen Arbeiten zu Packet Radio (einer funkgestützten Frühform des Internet für Funkamateure) fort und entwickelte hierfür beispielsweise sein YAM-Modem (yet another modem), das auf eine große Nachfrage stieß.

Schon früh, im Jahre 2002, entwickelte Nico seinen „Digimit“, einen komplett digitalisierten Sendeempfänger (Transceiver) für Amateurfunk. Seit Herbst 2007 setzt er mit seinem „Perseus“ genannten SDR weltweit Maßstäbe bei voll digitalisierten Empfängern.

Wobei es nicht bleiben wird.

Sein professionelles Interesse reicht von analogem und HF-Design über Hardware-basierte digitale Signalverarbeitung (DSP mit FPGA), Digitalkommunikation und Codierungstheorie. Nico ist seit 1999 Mitglied der „Information Theory Society“ und der „Communications Society“ des IEEE.

Was ist was?

AM: Amplitudenmodulation. Die Information steckt in der Veränderung der Sendeleistung, der Amplitude. Fast alle Rundfunksender unter 30 MHz senden in AM.

ANALOG: sind alle kontinuierlichen Signalverläufe.

ANTENNE: Nimmt die elektromagnetische Strahlung („Funkwellen“) aus dem Raum („Äther“) auf, sodass die zum Empfänger geleitet werden können.

BANDBREITE: gibt in kHz oder Hz an, welcher Signalausschnitt der Empfänger durchlässt. Optimal ist eine Bandbreite, die auf den besten Signal-/Störabstand eingestellt wurde. Digitale Signalverarbeitung bietet hier jede Flexibilität.

BETRIEBSART: Unterstufe der MODULATIONSART. Die Betriebsart SSB ist eine AMPLITUDENMODULATION, die Betriebsart PSK31 (eine unter Funkamateuren verbreitete Art des Funkferschreibens) eine Phasenmodulation. Im sprachlichen Alltag werden Betriebs- und Modulationsart unscharf gebraucht.

DECODIEREN: Verständlichmachung des DEMODULIERTEN Niederfrequenz-Signals. Beispiel: Ein Funkferschreibsignal hörbar zu machen, ist demodulieren. Die Buchstaben, Ziffern und Zeichen dann auf dem Display sichtbar zu machen, ist decodieren. Auch bei DRM spricht man von „Decodieren“, ein lediglich DEMODULIERTES DRM-Signal ist nur als starkes Rauschen zu hören. Im sprachlichen Alltag werden „decodieren“ und „demodulieren“ unscharf gebraucht.

DEMODULIEREN: Trennung der Information vom Trägersignal, akustische „Hörbarmachung“. Im sprachlichen Alltag werden „demodulieren“ und „decodieren“ unscharf gebraucht.

DIGITAL: sind stufenweise Signalverläufe. Ein Analog-Signal lässt sich digitalisieren. Dann kann jeder Stufe eine Zahl zugeordnet werden. Nun können Rechenvorschriften („Algorithmen“) als Software alles das mit dem Signal machen, wozu man früher Filter, Dioden, Spulen und so weiter brauchte. Das steigert die Qualität, senkt die Kosten.

DRM: Digital Radio Mondiale, digitaler Kurzwellenrundfunk. Perseus ist einer der raren Receiver, die DRM demodulieren können.

DX: das D steht für „distant“ (entfernt), das x für „unbekannt“. Im Allgemeinen werden mit DX alle weiter entfernten Sender bezeichnet, auch wenn ihre Identität bekannt ist.

ECSS: exalted carrier single sideband. Empfang von AM-Rundfunksendungen in der Modulationsart SSB. Dabei kann man in das weniger gestörte Seitenband schalten.

FIRMWARE: jene SOFTWARE, die innerhalb eines Chips der HARDWARE grundsätzliche Eigenschaften und Steuerungsmöglichkeiten des Receivers bestimmt. Kann über die USB-Schnittstelle via Internet jederzeit aktualisiert werden. Für Joe Mitola bildet sie „die Persönlichkeit eines SDR“.

FREQUENZ: Bezeichnung für eine zentrale und charakteristische Eigenschaft elektromagnetischer Strahlung („Funkwellen“).

HARDWARE: alles, was man anfassen kann – im Unterschied zu SOFTWARE. Hardware ist der Perseus.

Hz: Hertz, Basiseinheit für die FREQUENZ, zu Ehren des Physikers und „Funkpioniers“ Heinrich Hertz (1857-1894). Bezeichnet eine Schwingung je Sekunde. Gebräuchlich vor allem im Niederfrequenzbereich („Audio“).

IONOSPHERE: elektrisch leitende Schichten zwischen rund 50 und 800 Kilometer oberhalb der Erde. Sie „reflektiert“ (eigentlich: bricht) Funkwellen, sodass sie – in einem Sprung oder mehreren Sprüngen zu jeweils rund 3.000 km – weite Entfernungen überbrücken.

KHz: Kilohertz oder 1.000 Hertz (Hz). Einheit der FREQUENZ eines Senders. 6.000 Kilohertz sind 6 MEGAHERTZ (MHz) oder 6 Millionen Hertz. Das entspricht einer Wellenlänge von genau 50 Meter – im Anfang des 49-Meter-Bandes.

KOAXIALKABEL: Kabel mit zwei konzentrischen („koaxialen“) Leitern. Innen die „Seele“, außen der davon durch eine Isolierung getrennte „Mantel“. Als Verbindung zwischen ANTENNE und RECEIVER nimmt es selbst keine Störungen auf.

KURZWELLE: FREQUENZbereich zwischen 3 MHz und 30 MHz.

MHz: Megahertz oder eine Million Hertz. Einheit der FREQUENZ eines Senders. 15 Megahertz sind 15.000 KILOHERTZ (kHz) oder 15 Millionen Hertz (Hz). Das entspricht einer Wellenlänge von genau 20 Meter – kurz vor Beginn des 19-Meter-Bandes.

MODULATIONSART: Methode, nach der die Informationen (Sprache, Musik, Daten) einem Trägersignal aufgeprägt werden. Das geschieht z.B. durch Änderung der Senderstärke (AMPLITUDENMODULATION AM), Frequenz (Frequenzmodulation FM) oder Phase (Phasenmodulation PM). Im sprachlichen Alltag werden Modulations- und Betriebsart unscharf gebraucht.

PRESELEKTOR: als „Vorfilter“ treffen sie automatisch oder manuell gesteuert eine Signalauswahl. Dadurch wird das starke Signalangebot der gesamten Kurzwelle in handliche Teile portioniert, die nachfolgende Stufe selbst beim Anschluss leistungsstarker Antennen kaum übersteuern.

RECEIVER: anderes Wort für Deutsch: Empfänger. Im Sprachgebrauch ist ein „Receiver“ ein professionelles „Radio“.

SDR: Software-defined radio. Ein Empfänger, dessen wesentliche Eigenschaften durch SOFTWARE bestimmt werden.

SOFTWARE: Programme zur Steuerung von Mikroprozessoren. Sie bilden das Herzstück eines Software-defined radio.

SSB: single sideband. Eigentlich auch eine AMPLITUDENMODULATION. Aber hier lässt man den Träger und ein Seitenband weg. Ausgesendet wird nur ein einziges Seitenband, was viele Vorteile hat und nur einen Nachteil: der technische Aufwand zum Demodulieren war früher etwas größer.

USB: universal serial bus. Definierte Schnittstelle für Computer. Gebräuchlich ist heute die „schnelle“ Version 2.0, über die auch der Perseus an den Rechner angeschlossen wird. Dort übernimmt die SOFTWARE Abstimmung, Demodulation, Anzeige und Dokumentation.

Fußnoten:

¹ *Nils Schiffhauer M.A.* ist Kurzwellenhörer seit den späten 1960ern und arbeitet als Journalist, u.a. für die Frankfurter Allgemeine Zeitung. 1975 Chefredakteur von „weltweit hören“, zählte er 1977 zum Gründungsteam der Fachzeitschrift „funk“, deren Gesicht und Ansehen er über ein Vierteljahrhundert lang mit rund 75 Titelgeschichten und mehr als 750 Artikeln mit prägte. Seinem 2003 dort durch DARC-Mitglieder veranlasstem Publikationsverbot (das auf den „Funkamateure“ ausgedehnt wurde) folgte der Niedergang dieser Zeitschrift, bis sie schließlich einging. Nils hat mehr als zehn Bücher allein über Kurzwellenempfänger veröffentlicht und kennt sie vom RCA AR-88 über den Collins 95-S1 bis zum ebenso gut wie teuren DASA E-1800A (beinahe) alle. Sein Hör-Interesse gilt vor allem den schwierig zu empfangenden Lokalsendern auf Kurzwelle. Als Funkamateure ist er unter seinem Rufzeichen DK8OK vor allem in modernen digitalen Betriebsarten mit Sendeleistung unter 10 Watt EIRP aktiv und erreichte die Mitgliedschaft in der DXCC Honor Roll mit über 330 gearbeiteten und bestätigten Ländern. 1993 wurde er wegen seines Einsatzes für einen fortschrittlichen Amateurfunk aus dem DARC e.V. ausgeschlossen. Der gelernte Bankkaufmann, Germanist und Historiker lebt und arbeitet in Burgdorf/Hannover.

² <http://www.ssb.de/amateur/products/perseus/perseus.shtml>

³ z.B. via <http://www.conrad.de>

⁴ Ich habe dieses unverdiente Glück und nutze daher die sehr unauffällige, preiswerte und gut verarbeitete Windom von Peter Bogner in etwa 10 m Höhe. Als V gespannt, wirkt sie halbwegs wie eine Rundempfangs-Antenne. Fast alle Screenshots & Beispiele in dieser Handreichung entstanden damit. Bezug: <http://www.dx-wire.de/>

⁵ Wenn, dann ist die die DLP-11 eine nicht nur für Hörer nahezu perfekte Lösung. Die weitgehend aus verspanntem Draht konstruierte Antenne wiegt in ihrer Leicht-Version gerade 9 kg und arbeitet ab 14 MHz und höher mit Richtwirkung. Siehe: <http://www.titanex.de/frames/logperd.html> Richtantennen für tiefere Frequenzen, und diese möglichst noch drehbar, sind wohl nur in Einzelfällen realisierbar.

⁶ <http://www.ssb.de/amateur/products/rfsystems/aktiv.shtml>

⁷ <http://www.ssb.de/amateur/products/rfsystems/passiv.shtml>

⁸ http://www.sennheiser.com/sennheiser/icm.nsf/root/products_headphones_hi-fi-wired_500157

⁹ <http://www.ssb.de/amateur/products/perseus/perseus.shtml>

¹⁰ http://www.logitech.com/index.cfm/mice_pointers/mice/devices/165&cl=de,de

¹¹ [http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/TR/RTO-TR-IST-050/\\$STR-IST-050-ALL.pdf](http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/TR/RTO-TR-IST-050/$STR-IST-050-ALL.pdf) [Kapitel 2.3]

¹² Es gibt vor allem digitale Betriebsarten wie Factor III oder QRSS, bei denen das Nutzsignal auch erheblich unter dem Rauschen liegen kann! Siehe: <http://www.scs-ptc.com/> für Factor und <http://www.ussc.com/~turner/qrss1.html> u.a. für QRSS.

¹³ Vogelsang, Prof. Dr. Erich: Wellenausbreitung in der Nachrichtentechnik. München, 1984, S. 14 ff.

¹⁴ Wie immer: für extreme Zwecke ist dann auch höherer Aufwand zu treiben. Wer sich z.B. auf Radioastronomie spezialisiert hat, wird weiterhin seinen Vorverstärker ab ca. 20 MHz mit Richtantennen (sie reduzieren das Rauschen aus bestimmten Richtungen) nutzen können.

¹⁵ s.a.: Söllner, Helmut: Großsignalparameter von Empfängern., Ulm, o.J. [ca. 1986]

¹⁶ <http://www.dwd.de/de/wir/Geschaeftsfelder/Seeschiffahrt/Sendeplaene/Sendeplaene.htm>

¹⁷ <http://ulcar.uml.edu/slist.htm>

¹⁸ jeweils aktuelles Ionogramm: <http://www.ionosonde.iap-kborn.de/ionogram.htm>

¹⁹ kostenlos nach vorheriger Registrierung: <http://areps.spawar.navy.mil/>

²⁰ <http://www.bbg.gov/>

²¹ <http://www.radiorebelde.com/cu/>

²² http://www.hfcc.org/pro/wrc07/R03-WP6E-C-0349-MSW-E_HFCC_stats.doc, besonders Abschnitt 2.3

²³ Grafik erstellt mit dem DX-Atlas: <http://www.dxatlas.com/>

²⁴ <http://ok0eu.fud.cz/>

²⁵ <http://www.qsl.net/zl1bpu/IONO/doppler.htm>

²⁶ <http://www.netronic.co.uk/mm1rah/scattergram.htm>

²⁷ <http://www.rsgb-spectrumforum.org.uk/5mhz%20beacons.htm>

²⁸ <http://www.dcs.lancs.ac.uk/~senior/chirpview.html>

²⁹ Die Website zeigt sich dem Europäer nur mäßig auskunftsfreudig: <http://www.time.ac.cn/>

³⁰ <http://tf.nist.gov/stations/www.html>

- ³¹ <http://www.telebyte.com/pioneer/>
- ³² ausführlichst & gut erklärt die Wikipedia das System: http://de.wikipedia.org/wiki/Digital_Radio_Mondiale
- ³³ <http://drm.sourceforge.net/#intro>
- ³⁴ <http://www.drmrx.org/>
- ³⁵ jeweils neueste Version unter: <http://digilander.libero.it/i2phd/winrad/index.html>,
bzw.: <http://www.weaksignals.com/>
- ³⁶ [http://de.sandisk.com/Products/Catalog\(1167\)-SanDisk_Cruzer_Titanium_USBFlashLaufwerk.aspx](http://de.sandisk.com/Products/Catalog(1167)-SanDisk_Cruzer_Titanium_USBFlashLaufwerk.aspx)
- ³⁷ [http://de.sandisk.com/Products/Item\(2282\)-SDCZ8-8192-E75-Cruzer_Contour_8GB_USB_Flash_Drive.aspx](http://de.sandisk.com/Products/Item(2282)-SDCZ8-8192-E75-Cruzer_Contour_8GB_USB_Flash_Drive.aspx)
- ³⁸ <http://www.ntonyx.com/vac.htm>
- ³⁹ <http://www.skysweep.com/>
- ⁴⁰ <http://www.mixw.de/>
- ⁴¹ <http://www.hfcc.org/data/index.html>, die jeweils neueste Liste befindet sich am Ende der Seite!
- ⁴² <http://www.susi-und-strolch.de/eibi/dx/dx.html>
- ⁴³ http://www.geocities.jp/binewsjp/bib06_1.txt [Zugang zur jeweils aktuellen Liste evtl. über
<http://www.geocities.jp/binewsjp/>]
- ⁴⁴ <http://www.itu.int/ITU-R/terrestrial/monitoring/files/pdf/files/> , die jeweils neueste Liste befindet sich am
Ende der Seite!
- ⁴⁵ <http://www.drm.org/livebroadcast/livebroadcast.php>
- ⁴⁶ <http://www.hffax.de/>
- ⁴⁷ <http://www.vth.de/FUNK/DEFAULT.HTM>
- ⁴⁸ <http://www.wrth.com/>
- ⁴⁹ <http://www.dswci.org/>
- ⁵⁰ <http://www.klingenfuss.org/utility.htm>
- ⁵¹ <http://www.vth.de/>
- ⁵² <http://www.addx.de/addx/kurier.php>
- ⁵³ Das Bild zeigt diesen mythischen Mord und verweist zugleich auf das Sternbild.
Quelle: <http://www.ufrsd.net/staffwww/stefanl/myths/perseus.jpg>
- ⁵⁴ <http://web.it.kth.se/~jmitola/>
- ⁵⁵ <http://www.microtelecom.it/>